Berlin Verlag von Gustav Hempel

Lith Atelier v A Schütze Berlin.

Urweltliche Landschaft aus dem Zeitalter der Saurier.

Nach Dr Mantell's Angaben und Entdeckungen gezeichnet von John Martin.

Die
Wunder der Urwelt.

Eine populäre Darstellung

der

Geschichte der Schöpfung

und des

Urzustandes unseres Weltkörpers

so wie der

verschiedenen Entwickelungsperioden seiner Oberfläche, seiner Vegetation und seiner Bewohner bis auf die Jetztzeit.

Von

Dr. W. F. A. Zimmermann.

Achtundzwanzigste Auflage.

Nach dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft verbessert von Dr. S. Kalischer.

Mit 322 in den Text gedruckten Abbildungen.

Berlin 1881.

Verlag von Gustav Hempel

(Bernstein und Krank).

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/diewunderderurwe00voll

560
V 88a
1881

Inhalt.

Seite

Die Schöpfungsperioden 1
Verschiedenartigkeit der Erd- und Steinschichten 1
Charakteristik der Thier- und Pflanzen-Versteinerungen in den oberen Schichten 2
Versteinerte Menschen 5
Fremdartige Geschöpfe der tiefer liegenden Schichten 8
Einfache Organismen in den ältesten Erdschichten 15

Entstehung des Planetensystems 18
Raumerfüllender Urstoff 20
Verdichtung der Materie 22
Bewegung der Materie 23
Ringbildung 24
Planetenbildung 25
Mondbildung 28
Bildung der Sonne 36

Entstehung der Erde 39
Temperaturerhöhung der geballten Materie 40
Formung zur Kugel 41
Abkühlung durch Ausstrahlung gegen den Weltraum 44
Erstarrung der Oberfläche 47
Entstehung der Atmosphäre 48
Entstehung der Mineralien 49
Zerreißung der festen Erdkruste 53
Das Wasser 54
Anfänge des Pflanzen- und Thierlebens 55
Ueberfluthung der Erde durch Wasser 59
Entstehung der Continente 62

Bevölkerung der Erdoberfläche 65
Ansichten über die Entstehung der Organismen 68. Unterschied zwischen organischen und anorganischen Körpern 71. Ursprüngliches Entstehen 78. Pflanzenthiere 83. Unterschied zwischen Thier und Pflanze 85. Urtypus von Thier und Pflanze 90.
Urweltliche Pflanzen 93
Die Pflanzenzelle 94
Aelteste Pflanzen 95
Algen, Pilze 95

Seite
Sumpfpflanzen 98
Schachtelhalme 100. Calamusarten 100. Farne 101.
Entstehung der Steinkohlenlager 104
Torfmoore 107. Verkohlungsprozeß 108. Die Stufen der Kohlen 112. Auffindung der Kohlenlager 116. Formationen über und unter der Kohle 117.
Größenverhältnisse vorweltlicher Pflanzen und Thiere 122
Sigillarien und Stigmarien 124
Verkieselte Pflanzen 129
Pflanzen der Secundär-Formation 133
Allgemeine Charakteristik derselben 134. Cicasarten 135. Coniferen 136. Die ersten Laubbäume 137.
Pflanzen der Tertiär-Formation 138
Bildung der Braunkohlenlager 141. Bitumen 141. Bernstein 144. Verschiedenheit der Braunkohlen 145.
Die Thiere der Vorwelt 148
Mikroskopische Thiere 149
Unregelmäßige Thiere 151
Regelmäßige Thiere 152
Polypen 152. Strahlthiere 155. Seelilien 157. Crinoiden 158. Holothurien 161. Mollusken 161. Muscheln 163. Flügelfüßer 163. Schnecken 164. Kopffüßer 164. Belemniten 165.
Gliederthiere 174
Thiere der untersten Schichten der primären Formation 175
Thiere der Steinkohlen-Formation 178
Fische 179. Labyrinthodonten 181.
Die Permische Formation 182
Thiere der ältesten Formation 185
Niedere und höhere Organismen 186
Thierwelt der Secundär-Formation 187
Korallen 189. Schnecken 190. Krebse 192. Ichthyosaurus 194. Chirotherium 197. Plesiosaurus 201. Pterodactylus 203. Saurier 206. Schildkröten 207. Vögel 208.
Thierwelt der Tertiär-Formation 210
Mikroskopische Thiere 211. Korallen 214. Korallenbauten 226. Foraminiferen 230. Diatomeen 237. Muscheln. Schnecken 245. Krebse 247. Insekten im Bernstein 252. Fische 254. Scheuchzer's Homo diluvii testis 258. Walfische 260. Vögel 261. Versteinerte Regentropfen 266.
Meersäugethiere 268
Das Borkenthier. Zeuglodon 269. Walfischähnliche Thiere 270.
Landsäugethiere 270
Beutelthiere. Dinotherium 271. Hyotherium. Paläotherium 272. Anoplotherium. Nilpferd. Nashorn 273. Siwatherium 274. Mammuth 275. Mastodon 279. Nagethiere 285. Edentaten 286. Das fossile Pferd 290. Wiederkäuer 292. Rennthier 294. Riesenhirsch 295. Affen 296.

Seite
Raubthiere 297
Der Höhlenlöwe 298. Felis Smilodon. Hyäne 300. Hund 302. Höhlenbär 303.
Fossile Menschenknochen 304

Die Formationen 307
Die mosaische Schöpfungsgeschichte 308
Die Sintfluth 310
Gleichartige Verbreitung der Mineralien, ungleichartige der Pflanzen und Thiere 312
Aeltere und neuere Formationen 314
Wirkung des Wassers 315
Kraft der Eisschollen 316. Wie Steinmassen aus den Polargegenden nach südlichen Ländern kommen 318. Höherer Stand des Meeres in früheren Jahrtausenden 319.
Wirkung des Feuers 322
Thatsächlicher Anfangspunkt des Erdkörpers 324
Erstarrung der Erdoberfläche 324
Fluth der flüssigen Erde 326
Bildung der Erdrinde durch Erkältung 326
Eruptionen 327
Die Schichtungen 330
Leitmuscheln 337
Tertiärformation 338. Secundärformation 339. Kreideformation 339. Juraformation 341. Keuperformation 344. Zechstein 345. Pflanzentheile als Leitmuscheln in der Kohlenformation 349. Organische Reste in der Grauwacke 350.

Die plutonische und vulkanische Thätigkeit 356
Gebirge 357
Der Plutonismus 357. Arten der Gebirge 360. Verhältniß zu den Ebenen 363.
Tiefländer 364
Amerikanische Tiefländer 365. Die Sahara, einst Meeresboden 367. Flüsse in der Sahara 369. Oasen 370. Belzoni's Reise 372. Zusammenhängende Oasenzüge 375. Andere Tiefländer 377.
Hochländer 378
Charakteristik der Hochebenen 379. Verhältniß der Plateaus zu den Gebirgen 381. Abfall der Gebirge 382. Unrichtige und richtige Beurtheilung der Gebirge 386.
Küstenreichthum der Erdtheile 388. Verschiedenheit der Tiefländer 389. Hochländer in Asien 395. Irrige Meinungen darüber durch Humboldt berichtigt 396. Verschiedenheit der Plateauhöhen 399. Die Wüste Gobi 400. Kaschmir 401. Tibet 402.
Hochländer in Amerika 406. Theilung der Cordilleras 407. Cuzco 408. Pasco 409. Städte in Quito 410. Bogota 412. Der Wasserfall von Tequendama 415. Ungeheures Sandsteinlager 418.
Gebirge 419

Seite

Hebungen der Erdrinde 422
Plutonische Thätigkeit 423
Biegungen der Erdrinde 424. Erosionsthäler 425. Creeps 426. Bänke 427. Bildung der Gebirge 429. Neo-Kaimeni 431. Monte nuovo 436. Jorullo 437. Insel bei Sciacca 439. Zerreißung der Erdrinde 440. Eruptivgestein 442. Wohlthat der Vulkane 446. Chile 448. Serapistempel 448. Senkungen von Länderstrecken 451. Submarine Wälder 452.
Vulkanische Thätigkeit 456
Erhebungskrater 457
Eruptionskrater 458
Vulkangruppen und Spalten 460
Die bekanntesten und merkwürdigsten Vulkane der Erde 462
Der Aetna 462. Der Pic von Teyde 464. Der Vesuv 465. Die Vulkane der liparischen Inseln 469. Island 470. Die Azoren. Die Canarien 471. Afrikanische Vulkane 475. Amerikanische Vulkane 476. Vulkane in Asien 497. Vulkan auf Hawaii 503.
Die Vulkane in ihrer Thätigkeit 506
Darstellung der Ausbrüche 507. Wasserdämpfe 512. Schwefel 513. Kohlensäure 514. Salzsäure. Rauch. Asche 515. Schlacken 517. Gesteinmassen 518. Die Lava 523. Kegelförmige Hügel am Fuße der Vulkane 525. Teufelsmauern 526. Spalanzani's und Hoffmann's Beobachtungen der flüssigen Lava im Krater 527. Ausbrüche der Lava 531. Beschaffenheit der Lava 534.
Erdbeben 535
Erdbeben in Calabrien 537
Einfluß der Gebirge auf die Richtung des Erdbebens 539
Fortpflanzung der Erdstöße durch die Gebirge 541
Bewegungen des Erdbodens 543
Verschiedene Dauer der Erdbeben 546
Wahrscheinliche Ursache der Erdbeben 546
Seebeben 549
Unterirdisches Getöse 552

Die Erze und ihre Lagerstätten 557

Erzgänge 558
Wie die Spalten mit Erzen gefüllt worden 563
Alter der Erzgänge 568
Erzstöcke 570
Erzimprägnationen 571
Erzlager 571
Seifenlager 573
Diamantenlager 577
Alter der Metalle 579

Die Wissenschaft, welche uns in dem vorliegenden Buche beschäftigen wird, die Wissenschaft von der Entstehung, Umbildung und Fortbildung unserer Erde, gestützt auf die Kenntniß ihrer inneren und äußeren Beschaffenheit, ist eine durchaus neue. Weder das Alterthum, noch selbst die neuere Zeit bis zum vorigen Jahrhundert haben diese Wissenschaft, welche unter dem Namen „Geologie“ begriffen wird, gekannt. Sie gehört dem Ende des vorigen Jahrhunderts hinsichts ihrer Geburt und dem jetzigen Jahrhundert hinsichts ihrer Jugendjahre an. Keine Wissenschaft aber hat in einem so kurzen Zeitraum und in ihrer Kindheit so glänzende Fortschritte gemacht, keine hat so mächtige Siege errungen über den Wahn, den Aber- und den Irrglauben, keine

hat in so auffallender Weise die Fähigkeit des menschlichen Geistes, sich zum kühnsten Schwunge zu erheben, bekundet, als diese neue Lehre, und zugleich hat sie ein so tiefgreifendes, so großes Interesse, daß auch in dieser Hinsicht ihr beinahe keine andere an die Seite gestellt werden kann.

Der Mensch hat die Geschichte seines Geschlechts mit Sicherheit etwas über 2000 Jahre zurückgeführt (Alles, was vor Herodot, nicht mit Unrecht „der Vater der Geschichte" genannt, aufgezeichnet wurde, ist zweifelhaft); der Mensch hat die Geschichte der Himmelskunde mit einer gewissen Sicherheit verfolgt und in ägyptischen Hieroglyphen, in chinesischen Annalen Thatsachen verzeichnet gefunden, welche ein doppelt so hohes Alter der Astronomie voraussetzen lassen; wir wissen, wo vor 40 bis 45 Jahrhunderten die Sonne im Thierkreise stand, was für Kometen und Planeten erschienen, und wir wissen demnach auch mit der Geschichte der Astronomie gleichzeitig etwas von der Geschichte der Menschheit aus jenen Epochen; wir wissen nämlich, daß alte und von den eiteln Kindern der Gegenwart lange verkannte und verlachte Völker sich damals schon mit der ernstesten und erhabensten der Wissenschaften, mit der Sternkunde, erfolgreich beschäftigten.

Es scheint diese Zahl von vier bis fünf Jahrtausenden eine bedeutende — so weit reichen allenfalls die Nachrichten von der Thätigkeit der Menschen (die Existenz des Menschengeschlechts ist ohne allen Zweifel viel älter) —; aber was sind ein paar tausend Jahre im Vergleich mit dem Alter der Erde, die nach Millionen zählt! Es scheinen die Geschichte und Astronomie Wissenschaften ehrwürdigster Art, weil ihre Annalen Tausende von Jahren zurückreichen; aber was sind sie gegen die Annalen der Geologie, in denen wir seit einem Jahrhundert buchstabiren und endlich lesen gelernt haben!

Und die Hilfsmittel, die Quellen dieser Wissenschaft, wie sind sie so verschieden! Dort haben wir die Fabel, die Sage, die von Mund zu Mund gehende Tradition oder das geschriebene Wort als Quelle, oder wir haben das Auge, das in unermeßliche Tiefen des Weltalls führt, und die Mathematik als Gehilfin, welche uns die Gesetze kennen lehrt, nach denen die Weltkörper sich bewegen. Was hat aber die Geologie? Nichts als den Sand und die Steine unter unseren Füßen!

Und doch sind, seit man diese Hieroglyphen verstehen gelernt hat, Sand und Stein treuere Führer, als das Zeugniß des Menschen. Es ist durch sie gelungen, die Archive der Vorwelt zu erschließen und aus dem unendlichen Reichthum darin aufbewahrter Organismen mit großer Sicherheit die Aufeinanderfolge zahlreicher, von einander deutlich geschiedener Epochen der Erde im Allgemeinen und der Pflanzen und Thierwelt im

Besonderen nachzuweisen, deren Alter so weit zurückgeht, daß das Alter der Geschichte der Menschheit in ein unbedeutendes Nichts verschwindet, und daß tausendmal so viel Jahre, als wir dieser zu geben gewohnt sind, nicht ausreichen würden, um das Alter der Erde nur annäherungsweise anzugeben; und was uns diese Archive der Vorwelt überliefern, das sind nicht die schwankenden und leicht bestechlichen Ansichten parteiischer Menschen, sondern in Fels gewachsene ewige Wahrheiten.

Die Geologie darf von sich rühmen, daß sie die Ländergestaltung der Erde rückwärts in die entlegensten Zeiten genau verfolgen kann, und das nachstehende Kärtchen, auf welchem wir an den Stellen von Berlin,

Die Städte Deutschlands zur Zeit der Kreideperiode.

Magdeburg, Breslau, Königsberg u. s. w. ein großes Meer erblicken, beruht keineswegs auf einer Hypothese, sondern es stellt eine Thatsache dar: es hat wirklich eine Zeit gegeben, wo das Meer, welches wir jetzt das baltische nennen, sich bis in die Gegend von Leipzig, Halle, Köln, Bonn erstreckte. Wir werden in diesem Buche nachweisen, wie die Geologie dies *wissen* und *behaupten* kann, und welche *unwiderlegliche* Beweise sie für diese Behauptung hat.

Wie unsicher sind dagegen die Angaben der Geschichte und der Geographie der Alten über die Landesgrenzen *der Völker*, mit denen sie im *innigsten* Verkehr standen! Selbst nur auf zweitausend Jahre zurück sind sie noch ganz unsicher; die älteren Angaben aber beruhen durchweg auf Vermuthungen oder auf solchen Nachrichten, wie man sie fragelustigen Reisenden noch heutigen Tages aufzubinden pflegt.

Treuer und gegen jede Verfälschung gesichert hat uns die Erde selbst die Geschichte ihrer Entstehung und die Grenzen ihrer Umwandlungsperioden bewahrt.

Wir finden als Material zu dem Studium der vorweltlichen Thier- und Pflanzen-Schöpfungen in den Archiven der Vorwelt aufgespeichert über 25000 verschiedene Thier- und 2000 verschiedene Pflanzenformen, wovon auf Europa allein an 24500 kommen, weil die übrigen Welttheile nur höchst mangelhaft bekannt sind, — ein Reichthum an Material, welcher ungeheuer genannt werden kann.

Auf diesem sicheren Grunde, nicht auf den Beschreibungen phantasiereicher Dichter und prahlerischer Helden und Besieger von Ungeheuern oder erfindungsreicher Weltumsegler, sondern auf den vor unseren Augen liegenden Ueberbleibseln der Vorwelt ruht das Gebäude der Geologie, ruht die Wissenschaft von der Um- und Ausbildung der Erde, und was wir darüber wissen, nicht was wir muthmaßen, soll unseren Lesern mitgetheilt werden. Die Schöpfung allein liegt uns nicht klar vor, — die Ausbildung in einer Reihe genau von einander gesonderter Perioden vollkommen; — die Schöpfung selbst aber hat uns nichts als das Geschaffene, nicht das Wie seiner Entstehung hinterlassen. Darüber, wie das Planetensystem, wie Sonne und Erde entstanden, haben wir daher nur Muthmaßungen, — um so brauchbarer, je wahrscheinlicher sie sind, nirgends aber factisch begründet.

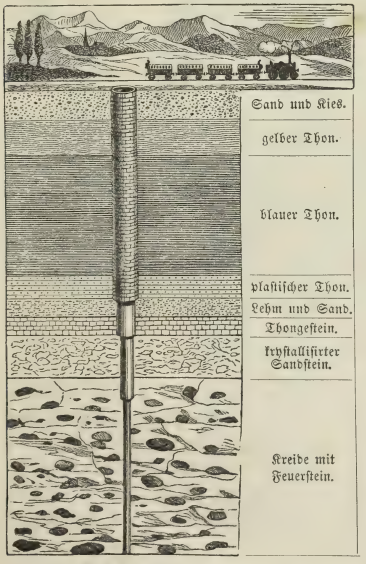
Das Beste, was von solchen Muthmaßungen und Wahrscheinlichkeiten vorliegt, geben die folgenden Blätter.

Wir werden dabei uns mit Geogonie, Geognosie und Geologie beschäftigen, eigentlich drei verschiedenen Wissenschaften, nämlich derjenigen von der Entstehung der Erde, derjenigen von der Beschaffenheit der Stoffe, aus denen sie zusammengesetzt ist, und endlich derjenigen, welche uns lehrt, wie nach der ursprünglichen hypothetischen Entstehung sich die Stoffe, aus denen sie besteht, an einander gereiht, abgelagert, umgebildet, verwandelt haben und so die Erde diejenige Gestalt angenommen hat, in welcher wir dieselbe jetzt kennen.

Die

Schöpfungsperioden.

ringen wir von der Oberfläche abwärts in die Rinde der Erde, welche wir bewohnen, so kommen wir durch eine Reihe sehr verschiedener Schichten von Sand und Thon, Kalk und sonstigem Gestein, wie jeder Schacht, jeder einigermaßen tiefe Brunnen, namentlich die Bohrbrunnen wegen der großen Tiefe, die sie erreichen, uns beweisen. Das nebenstehende Bild zeigt ein Beispiel für diese Behauptung.



Erddurchschnitt des artesischen Brunnens zu Pentonville.

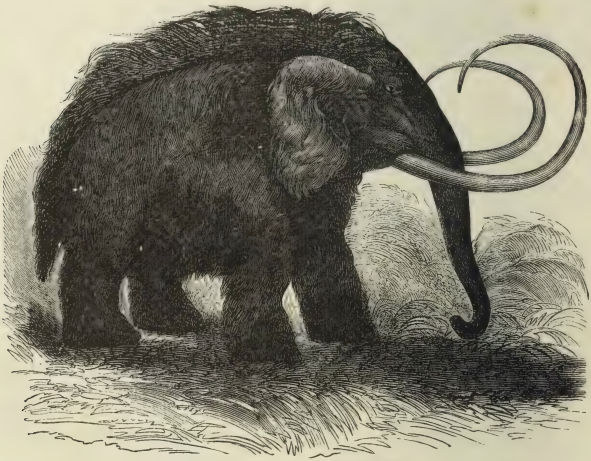
Es ist dieses der artesische Brunnen des Mustergefängnisses von Pentonville (London), und er zeigt uns die Aufeinanderfolge der Schichten, auf denen London erbaut ist. Bis zu einer Tiefe von 421 Fuß führt derselbe uns schon durch acht von einander ganz verschiedene Schichten.

Aber bedeutender noch ist, daß sich ergeben hat, die artesischen Brunnen von Hampstead, von Dalefield und vom Trafalgarplatz, sämmtlich innerhalb des Umkreises von London, gehen durchweg durch dieselben Strecken in meist ganz gleicher Tiefe, — ein Gegenstand von höchster Wichtigkeit, da er sich überall wiederholt,

und da er es hauptsächlich ist, welcher es möglich macht, die Bildung der Erdrinde zu studiren, weil mit einer eisernen Consequenz diese Lagerung überall sich wiederholt, nicht dieselben Mineralien vorkommen, wohl aber dieselbe Reihenfolge, nirgend sich einmal Kreide mit Feuerstein oben und Thon oder Sand darunter gebettet zeigt.

Diese Schichten bewahren uns auch die Ueberbleibsel der belebten Welt, und jede Schicht führt ihre eigenen versteinerten Gestalten, ihre eigenen versteinerten Thierreste und Pflanzenreste.

In diesen Schichten begegnen wir zuerst, d. h. uns auf der Oberfläche zunächst, solchen Versteinerungen von Pflanzen und Thieren, welche mit den jetzt lebenden die größte Aehnlichkeit haben, wie z. B. dem Elephas primigenius, dem Mammuth aus Sibirien, dem auf Seite 3 dar-



Elephas primigenius, Mammuth.

gestellten Riesenhirsch, wie er in einem Torfmoor von Irland gefunden wurde u. s. w. Alle diese stimmen fast ganz mit den Thieren der Gegenwart überein, nur scheinen sie größer gewesen zu sein.

Niemals erscheinen **diese** Thiere in tiefer liegenden Gesteinen, z. B. in der Kreide; stets sind in den obersten Thon- und Sandlagern die Ueberbleibsel derjenigen Thiere, welche der thierischen Schöpfung der Gegenwart am nächsten stehen.

Aber schon in dieser Periode, in derjenigen, welche der jetzigen Welt

unmittelbar vorhergeht, und welche man die vorsintfluthliche zu nennen pflegt, findet man auch wiederum Thiere, welche mit den jetzt lebenden kaum verwandt sind. Ein solches ist z. B. das Mylodon, mit dem Beinamen robustus, dessen Gerippe man in dem Pampasthone am Rio de la Plata, unfern Buenos-Ayres, entdeckte, und das noch größere Megatherium Cuvieri. Beides sind Ungeheuer aus der Gruppe der Langsamgeher (Tardigrada) oder der Zahnlosen (Edentata), unglaublich schwerfällige Thiere, das Mylodon von 11 Fuß Länge und 7 Fuß Höhe, das Megatherium von 14 Fuß Länge und 8 Fuß Höhe (Wellington, der größte Ochse der königlichen Meierei zu Ludwigsburg in Württemberg, war ein Kind dagegen, denn ein großer Mann konnte über ihn wegsehen, er hatte also noch nicht eine Höhe von 6 und eine Länge von $8^1/_2$ Fuß).

Urweltlicher Riesenhirsch.

Die folgende Figur giebt ein Bild dieses Thieres, dessen Verwandte gänzlich von der Erde verschwunden sind — man müßte denn das Ai, das

Mylodon.

Faulthier, dazu zählen, welches wenigstens eine ähnliche Art von Krallen und ähnliche Freßwerkzeuge hat, aber eine höhere Stufe der Organisation einnimmt.

Bei aller seiner Plumpheit sehen wir doch den Charakter des Säugethieres unzweifelhaft ausgesprochen; es war ein Thier, wie wir sie jetzt sehen, nur plumper und ungeschickter.

Glyptodon und Megatherium.

Ein anderes wunderbares Thier, in dieselbe Epoche gehörend, ist das Glyptodon clavipes, welches gleichfalls auf der nebenstehenden Abbildung zu sehen. Man sollte meinen, das Thier sei eine Schildkröte; das Ungethüm ist aber ein Säugethier, wie jetzt keins mehr existirt.

Aus der Klasse der Vögel sind gleichfalls in diesen obersten Erdschichten zahlreiche Ueberreste und Knochen enthalten. Ein Riesenvogel verdient davon erwähnt zu werden, den man auf Neuseeland gefunden hat, und welcher an Größe alle jetzt lebenden Vögel weit übertrifft.

Auch die Pflanzen in den obersten Gesteinschichten sind denen der Gegenwart auffallend verwandt.

Es geht aus alledem hervor, daß zu der Zeit, in welcher jene Thiere lebten, die Oberfläche der Erde ziemlich denselben Anblick geboten haben mag wie in der Gegenwart; nur in Bezug auf das Klima scheint aber doch schon ein wesentlicher Unterschied obzuwalten. Bis in den äußersten Norden werden die Ueberreste von Elephanten gefunden; sie hätten unmöglich dort existiren können, wenn diese Gegenden schon damals in ewigem Eis vergraben gewesen wären wie jetzt. Es ist deshalb anzunehmen, daß

die Polarländer einst frei vom Eise gewesen sind, und daß die Erde von einem Pol zum andern ein grüner Teppich war.

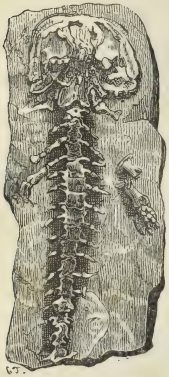
Aber hat es auch damals schon Menschen gegeben? Oder ist der Mensch erst später geschaffen worden?

Es ist haarsträubend, was Gelehrte und Nichtgelehrte über diese Frage, auf die wir später ausführlicher zurückkommen, gefabelt und wie die Meinungen darüber gewechselt haben. Während für den Einen die Existenz vorsintfluthlicher Menschen eine so ausgemachte Thatsache war, daß er aufs Haar anzugeben sich vermißt, wie dieser Vorsintfluthsmensch

Der vorsintfluthliche Mensch. (Nach Boitard.)

ausgesehen, und wie seine Lebensweise beschaffen gewesen, ja sogar eine Abbildung unseres antediluvianischen Vorfahren veröffentlicht, die wir unsern wissensdurstigen Lesern hier getreulich mittheilen wollen, wurde es von den Geologen im Allgemeinen und mit wissenschaftlichen Gründen bestritten, daß der Mensch oder menschenähnliche Wesen schon in früheren Erdperioden gelebt, da man in den tieferen älteren Erdschichten niemals — und auch bis heute noch nicht — versteinerte Menschengerippe oder Zeugnisse einer menschlichen Thätigkeit gefunden und es bei den wenigen in den oberen

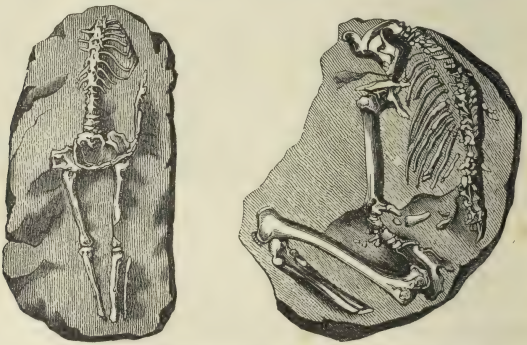
Erdschichten entdeckten sehr zweifelhaft war, ob sie nicht der gegenwärtigen Schöpfungsperiode angehörten.



Scheuchzer's Homo diluvii testis.

Da trat ein schweizer Gelehrter Scheuchzer mit der Behauptung auf, daß er ein vollständiges fossiles Gerippe eines Menschen der Vorwelt zu Oeningen am Bodensee gefunden. Die Sache erregte ungeheures Aufsehen und machte viel von sich reden, — nur schade, daß dieser Homo diluvii testis vor der Wissenschaft der vergleichenden Anatomie seine „Menschenrechte" nicht aufrecht zu erhalten vermochte. Es stellte sich nämlich bei genauer Untersuchung heraus, daß dieser Vorsintfluthmensch weiter nichts als das verstümmelte Gerippe eines Riesensalamanders der Vorwelt war.

Beinahe noch mehr Aufsehen erregten zwei Menschenskelette aus dem Meerwasserkalke von Guadeloupe. Diese versteinerten menschlichen Gerippe wurden im Laufe dieses Jahrhunderts gefunden. Das eine ist besonders interessant wegen seiner sitzenden Stellung. Hier schien gar kein Zweifel: es waren in der That versteinerte Menschenknochen. Aber auch hier störte die Wissenschaft die Freude über den gemachten Fund, indem sie nachwies, daß



Versteinerte (incrustirte) Menschengerippe von Guadeloupe.

diese Gerippe nicht älter als zweihundert Jahre, daß sie durch das Salzwasser, welches jene Ufer bespült, incrustirt, mit einer Steinkruste überzogen worden, in gleicher Weise wie z. B. der Karlsbader Sprudel alle hineingelegten Gegenstände in einen Steinüberzug einhüllt.

Somit schien es denn wiederum, als ob die Existenz des Menschen in der sogenannten vorsintfluthlichen Zeit von der Wissenschaft entschieden in Abrede gestellt werden müßte, bis in der neuesten Zeit gemachte Funde das Gegentheil beinahe zur Gewißheit erheben. So z. B. hat man in einer Kalksteinhöhle in Brasilien Menschenknochen mit urweltlichen Thierknochen vereinigt gefunden, und diese sind durch Lund als fossile Knochen erkannt worden. In dem mittleren Frankreich, in der Gegend von Le Puy und Velay, befindet sich eine vulkanische Breccie, und in dieser hat Aymard Menschenknochen gefunden, welche der englische Geolog Lyell der britischen Gesellschaft zu Aberdeen im Jahre 1859 als fossile Menschenknochen vorgelegt hat. In einer Felsengrotte des Neander-Thales bei Düsseldorf entdeckte Dr. Fuhlrott das ebenfalls fossile Gerippe eines Menschen, welcher seiner Körperbildung nach auf der niedrigsten Stufe der Entwickelung stand.

Noch merkwürdiger ist ein Fund im Departement der obern Garonne, wo man in der Höhle von Aurignac, welche von Ed. Bartet untersucht

Durchschnitt der Grotte von Aurignac.

und beschrieben worden ist, eine ganze Menge menschlicher Gerippe gefunden hat und mit ihnen zusammen eine ungeheure Zahl Knochen von Höhlenbären und Höhlenhyänen, Höhlenlöwen, Auerochsen, sowie auch Spuren vom Mammuth, vom Nashorn, von dem irischen Riesenhirsch u. s. w. Verdeckt war diese Grotte nach außen durch eine Schicht von Schutt, Kohlen und Asche, in der man an 100 Messer von Stein, desgleichen Pfeilspitzen, Ahle, Glättmesser und viele andere Instrumente, ebenfalls von Stein, entdeckte. Auch dieser Fund — offenbar eine Begräbnißstätte — scheint es außer Zweifel zu stellen, daß der Mensch, wahrscheinlich in einer primitiven Form, noch ein Zeitgenosse der ausgestorbenen Dickhäuter

und der mit ihnen gleichzeitigen oder nachher existirenden Thiere der Vorwelt war, und daß sein Geschlecht Zeuge des Unterganges dieser Thiere gewesen ist.

Wir kommen später auf den wichtigen Gegenstand ausführlich zurück.

Je weiter wir abwärts schreiten mit unseren Untersuchungen, zu je älteren Gebilden der Erdkruste wir gelangen, desto sonderbarere und desto einfachere Thiere und Pflanzen treten uns entgegen. Nur die letzte, vor-

Plesiosaurus und Ichthyosaurus.

sintfluthliche Periode zeigt uns die vollkommenen Thiere, die Säugethiere; erst da sehen wir die Erde genug ausgebildet, um ein Wohnplatz derselben zu sein.

In der nächst früheren, sogenannten sekundären Periode sind Schildkröten und Eidechsen die vollkommensten Thiere, allerdings nicht so harmlose Geschöpfe wie die unseren, sondern von riesigen Verhältnissen, wie man sie auf vorstehendem Bilde darzustellen versucht hat, Eidechsen ganz den Krokodilen ähnlich, nur nicht gepanzert und auch nicht mit Füßen zum

Gehen, sondern mit solchen zum Schwimmen eingerichtet gleich denen der Seehunde, oder andere mit einem kürzeren Körper und einem Schwanenhalse. Beide lebten gleichzeitig, das größere Thier rechts heißt Fischeidechse, Ichthyosaurus, das andere Nachbareidechse, Plesiosaurus, weil es stets in der Nachbarschaft des ersteren gefunden wird.

Diese riesigen Eidechsen gehörten dem Meere an; doch nicht weniger furchtbare Ungeheuer zeigte in der damaligen Zeit auch das Land; jene gewaltigen Saurier beherrschten die Flüsse und die Sümpfe und mögen wohl entsetzlich gehaust haben; wenn man die Kinnladen mit den zollbreiten und mehrere Zoll langen Zähnen betrachtet, so fühlt man sich bewogen, zu denken, daß sie, in der jetzigen Zeit lebend, geeignet wären, die Erde zu

Teleosaurus, Hyläosaurus und Pterodactylus.

entvölkern. Damals war wohl die Masse des Gethieres im Verhältniß zum Pflanzenwuchs stehend, also unglaublich groß und zahlreich, und im Verhältniß hierzu stand auch das Raubthier, welches kein unnützes Glied in der Kette der Wesen ist, sondern für das numerische Gleichgewicht zu

sorgen hat, wie der Hecht im Fischteich dafür sorgt, daß immer Wasser genug vorhanden; ohne ihn würden bald mehr Fische da sein als Wasser.

Zu dieser Thiergattung zählt u. A. auch der Teleosaurus im Vordergrunde unseres Bildes, ein recht eigentliches Krokodil von einer Spezies, welche den im Ganges lebenden Gavialen ähnlich ist. Das Thier ist mit Schildern von dickem Horn auf dem Rücken gepanzert und mit breiten Schienen auf dem Bauch, scheint also beinahe unantastbar gewesen zu sein. Nicht gleichzeitig mit demselben, doch der unmittelbar nächsten Periode angehörig ist der Hyläosaurus, ein mit ovalen Schuppen bedecktes Thier, welches, dem vorher beschriebenen an Länge gleich, 25 Fuß gemessen haben soll und nur deshalb in der gegebenen Zeichnung kleiner erscheint, weil es mehr im Hintergrunde dargestellt ist. Dasselbe zählt auch zu der Eidechsenfamilie, ist nur hochbeiniger, also mehr geschickt, sich auf dem Lande zu bewegen, als die übrigen dieser Amphibienklasse angehörigen Thiere.

Megalosaurus und Iguanodon.

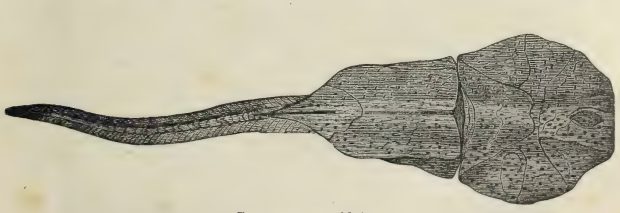
Dasselbe gilt von den beiden Ungeheuern des vorstehenden Bildes, dem Megalosaurus links und dem größeren Iguanodon rechts. Beide erscheinen hier gleichfalls restaurirt, nach den Ansichten großer und berühmter

Forscher in diesem Fache des menschlichen Wissens, — eine Sache, welche übrigens großen Schwierigkeiten unterliegt, da man nicht die Thiere selbst, sondern nur ihre Knochen, im besten Falle ihre Skelette und selten nur etwas von ihrer Bedeckung, Schuppen, Hornplatten und dergleichen findet.

Zu diesen Ungethümen des Landes und des Meeres gesellt sich noch ein anderes, welches der Luft angehört, und das alle Märchen vom fliegenden Drachen wahr zu machen scheint, die aus den fabelhaften Zeiten des Alterthums noch herüberklingen. Es ist dieses der gleichfalls auf Seite 9 fliegend dargestellte Pterodactylus (Flügelfinger), der einigermaßen an unsere Vampyre oder fliegenden Hunde erinnert, doch kein Säugethier ist und sich auch dadurch von ihnen unterscheidet, daß seine Flughaut nicht zwischen den Zehen ausgespannt ist, sondern, wie beim fliegenden Eichhörnchen, zwischen Hinter- und Vorderfuß, wobei die Krallen dieses Unthiers zum Erfassen seiner Beute ganz frei bleiben. Der ungeheure Kopf, halb so groß als der ganze Rumpf, sowie die mit scharfen, spitzen Fangzähnen bewaffneten Kinnladen zeigen, welch ein gefährlicher Feind er für diejenigen Thiere sein mußte, die er zu bewältigen vermochte.

Pterodactylus.

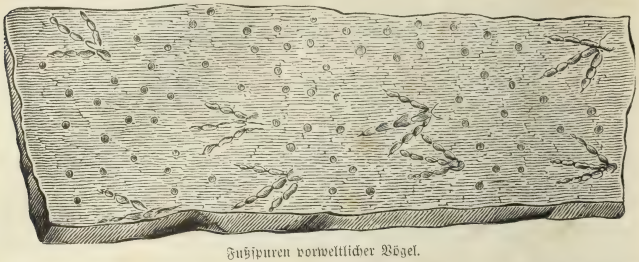
Auch die Fische findet man hier vertreten, und zwar sowohl in den uranfänglichsten Formen der Ganoiden, welche, wie der hier abgebildete, nicht mit Schuppen, sondern mit Hornplatten bedeckt sind und auch keine



Coccosteus cuspidatus.

Flossen haben, bis zu denjenigen, welche, wie der Haifisch, einen ungleich getheilten Schwanz zeigen (dessen obere Hälfte länger ist als die untere), und endlich zu denen, die als vollkommene Fische mit Schuppen, gleichmäßig gebildeten Schwanz-, Rücken-, After-, Bauch- und Brustflossen versehen sind.

Noch eigenthümlicher organisirt sind die Thiere der abermals tiefer liegenden Formationen. Von ihnen finden wir häufig nur Fußspuren,



Fußspuren vorweltlicher Vögel.

theilweise von Vögeln, wie die vorstehenden — oft von einer in Erstaunen setzenden Größe (bis zu 15 Zoll) — meist aber von gigantischen Fröschen, wie solche in nachstehender Abbildung dargestellt sind. Die letzteren Fuß-

Fußspuren vorweltlicher Riesenfrösche und Schildkröten.

spuren sind fast handförmig (und der Frosch hat Hände); sie haben ferner die Eigenschaft, daß die vorderen Füße viel kleiner sind als die hinteren; auch dieses deutet auf ein hauptsächlich zum Springen eingerichtetes Thier.

Wenn aber der Frosch nicht springt, sondern langsam geht, so setzt er zuerst seinen kleinen Vorderfuß auf die Erde und zieht den Hinterfuß derselben Seite nach sich; daher die Seltsamkeit, daß bei den gefundenen Fußspuren eine große und eine kleine Hand derselben Seite dicht vor einander stehen, während bei den anderen Vierfüßlern neben oder vor einem rechten Hinterfuß ein linker Vorderfuß befindlich, so daß sie beim Laufen immer auf zwei durch eine Diagonale verbundenen Füßen stehen.

Sonderbar genug erscheint übrigens, daß die Daumen in diesen Fußspuren nach auswendig zeigen; da es nirgends vorkommt, daß die Daumen an der Stelle stehen, wo bei dem Menschen der kleine Finger ist, dies aber in den aufgefundenen Fußspuren wirklich die Stellung des Daumens scheint, so läßt sich, wenn man nicht annehmen will, daß die Vorwelt auch diese ganz abnorme Form geboten hat, zur Erklärung nur dieses aufstellen, daß die Thiere einwärts gingen, wie unter den Menschen noch heutigen Tags die sogenannten Wilden.

Betrachtet man, die Fährte eines Blackfoot ꝛc., so wird man besonders da sie die Füße nicht in zwei Linien nebeneinander, sondern genau

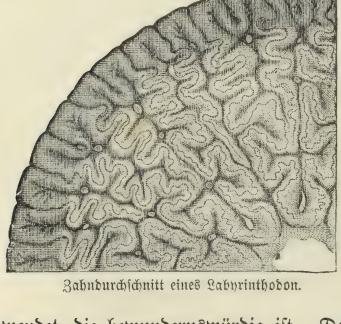
Chirotherium.

in eine Linie setzen (indem sie bei jedem Schritt mit jedem Fuß einen leicht gekrümmten Bogen um den stehenden Fuß beschreiben), wie bei den Froschfährten der Urwelt, wahrzunehmen glauben, daß die großen Zehen oder Daumen nicht inwendig, sondern auswendig gestanden haben.

Die S. 12 gezeigte Verschiedenheit der Fußspuren soll nicht von der Ungleichheit der vorderen und hinteren Extremitäten herrühren, sondern, wie d'Orbigny meint, von verschiedenen Thieren, die kleinen von einer Schildkröte, die großen von dem Chirotherium.

Die einzelnen Gliedmaßen dieser Thiere, die man noch gefunden hat, besonders die Köpfe und Zähne, lassen auf eine ungeheure Größe schließen, gegen welche der Ochsenfrosch der amerikanischen Sümpfe nur wie ein aus dem Ei geschlüpftes Junges erscheint, und solch ein Thier mag, dem Knochengerippe nach, ungefähr die auf S. 13 dargestellte Gestalt gehabt haben.

Man glaubt, diese gigantischen Frösche hätten Raubthiere sein müssen; bekannt ist, daß die Frösche überhaupt dieses sind, vorausgesetzt, daß wir alle Thiere, welche von anderen Thieren leben, so nennen; der Frosch lebt von Insekten. War jenes urweltliche Ungeheuer ein Frosch, so mußte es allerdings auch vom Raube, dann aber wohl nicht von Insekten leben, sondern von größeren Thieren. Manche Zähne vorweltlicher Thiere schreibt man diesen Amphibien, Frosch oder Eidechse oder Salamander zu, und wegen des wunderbar gewundenen, verwickelten Baues der Zähne nennt man sie Labyrinthodonten.

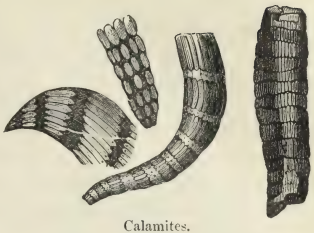


Zahndurchschnitt eines Labyrinthodon.

Diese halb fisch-, halb frosch- oder eidechsenartigen Thiere fanden zwar die allerreichste Nahrung in ihrem trüben Element; aber da die meisten Thiere gepanzert waren, sei es wie die Schildkröten und mehrere Fische mit Knochen- und Hornplatten, sei es mit steinernen Hüllen, wie Muscheln und Schnecken, so bedurfte es starker Zähne dazu, diese Nahrung genießbar zu machen, und die Natur hat auf den Bau der Zähne dieser Thiere eine Sorgfalt verwendet, die bewundernswürdig ist. Das Gebiß solcher Bestie war unverwüstlich; an der Härte solches Zahnes scheitern alle Vergleiche: felsenfest, eisenfest, stahlhart, das Alles greift nicht, denn die beste Feile von Stahl wird auf dem Email dieses Zahnes stumpf.

Solche Beschaffenheit der Zähne war nöthig bei der Nahrung, welche diese Geschöpfe zu sich zu nehmen angewiesen waren, und solche Thatsachen sammelt der Naturforscher, um in der Zusammenstellung vieler dergleichen sich ein Bild von der ganzen untergegangenen Schöpfung zu machen.

Die Pflanzen dieser Periode gehören zu den sehr unvollkommenen; es sind Rohrarten, Schilf- und Schachtelhalmarten von riesiger Größe, doch ohne die schöne Entwickelung zu duftigen Blüthen und köstlichen Früchten, wie die Pflanzen der jüngsten Formationen sie geben. Von den Rohrarten (Calamites) kommen besonders die Wurzelspitzen sehr häufig vorsteinert vor, wie die beigegebene Figur deren einige zeigt.



Calamites.

Noch weiter zurückblätternd in den vorweltlichen Archiven, kommt man auf die Zeit, in der das Material zu den Steinkohlen geschichtet wurde; da verlassen uns die gegliederten Thiere ganz, wir sehen nur Fische (und zwar sehr selten), Schnecken und andere Schal- und Weichthiere; hiernächst aber Pflanzen in der größten Pracht, besonders Farren und Palmen, Sigillarien und Lepidodendren. Die beiden letzten Formen sind

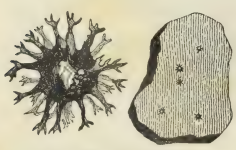
Pflanzendecke der Erde zur Zeit der Steinkohlenperiode.
(Calamites. Bothrodendron. Equisetites. Asterophyllites. Lepidodendron Caulopteris. Sigillaria. Lycopodites. Pecopteris etc.)

jetzt ausgestorben; die Aehnlichkeit der ersteren mit den noch jetzt auf der Erde vegetirenden ersieht der Leser aus der vorstehenden Abbildung.

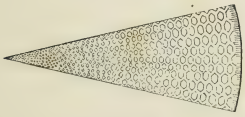
Dies sind die Equiseten im Mittelgrunde des Bildes und die Baumfarren. Die darum gruppirten Bäume sind Sigillarien, und der links vereinzelt stehende ist ein sogenanntes Lepidodendron. Die Sigillaria existirt in der Gegenwart nicht mehr; die Lepidodendren gehören zu einer Pflanzenfamilie, die jetzt durch die Lycopodien vertreten ist, eine Moosgattung, die wohl einen Fuß lang, doch nur am Boden kriechend gefunden wird; die Tropenzone zeigt deren welche, die sich erheben und bis auf drei Fuß Höhe erhalten.

Endlich geht in den untersten Schichten einer Formation, welche zunächst auf den Ursteinmassen liegt (die vor allen Pflanzen und Thieren auf der Erde waren, und die mithin keine Spur irgend eines Geschöpfes bergen), das animalische und vegetative Leben zurück auf die einfachsten Organismen, welche nur aus weichen Zellen bestehen und kein Knochen- oder sonstiges Gerüste haben, zurück auf Algen und Fucus, auf Polypen und Seesterne. Von den Fucoiden in den tief liegenden Gesteinschichten geben uns die nebenstehenden Figuren einen Begriff; es sind drei verschiedene Spezies dieser Pflanzenfamilie, von der es noch jetzt unzählig viele giebt, und die in den untersten Schichten der noch mit Pflanzen versehenen Gesteine die Hauptmasse bilden, so im Fucoidensandstein und ähnlichen. Unter den Thieren stehen dieser Formation zunächst die Seesterne im Feuersteine. In der nachstehenden Zeichnung sehen wir ein Stück Feuerstein mit Seesternchen in geringer Vergrößerung und links eine Abbildung eines solchen Thieres, noch mehr vergrößert, wie man es durch ein Mikroskop sieht. Die natürliche Größe ist die des feinsten Pünktchens, das man mit einer feinen Nadel machen kann, dem bloßen Auge kaum sichtbar.

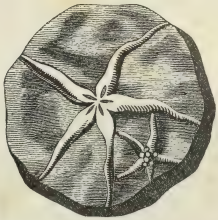
Die ältesten Pflanzen.


Feuerstein mit Seesternen.

Nachstehend zeigen wir auch noch eine andere, schon vollkommenere Gattung von Seesternen, welche wir in den untersten Erdschichten finden. Die danebenstehende Figur stellt in sehr starker Vergrößerung den Abschnitt eines Thieres vor, welches gleichfalls den Urformationen angehört; es ist ein Theil seines Kieselpanzers; die Infusorienerde von Richmond in Virginien besteht daraus.



Coscinodiscus.



Seestern.

Mit noch einfacheren Geschöpfen als diese begann das Pflanzen- und das Thierleben der Erde, um sich durch die Stufen, welche wir hier nur einleitend auf das Flüchtigste berührten, und von denen wir an seinem Orte das Nähere bringen werden, emporzuheben bis zu dem Standpunkte, welchen uns die Gegenwart zeigt.

Entstehung des Planetensystems.

ie ganze Welt, nicht so weit unser Auge und unser Fernrohr sie erkennt, sondern so weit sie in ihrer unendlichen Ausdehnung — welche ein mechanisches Kunstwerk noch viel weniger als der menschliche Geist zu umfassen vermag — reicht, die ganze Welt „in des Wortes verwegenster Bedeutung" wird von gewaltigen, alle, auch die fernsten Räume durchdringenden Kräften beherrscht. Eine dieser Kräfte heißt Anziehung (Attraction); die Theile eines jeden Körpers ziehen sich unter einander an, so wie jeder Körper den andern anzieht, also auch jeder Körper von jedem andern angezogen wird. Dies Letztere ist durch untrügliche Experimente begründet (siehe Zimmermann's Erdball, erster Theil), das Erstere zeigt sich ohne Experimente an jedem Dinge auf Erden; denn jedes Ding auf Erden besteht aus einzelnen Theilen, welche nur zusammenhängen, weil die Anziehung sie an einander fesselt, und welche auseinanderfallen, sobald die Kraft dieser Anziehung durch eine andere Kraft überwunden wird.

Eine Berührung giebt es nicht, sondern nur eine Nähe, eine große, eine noch größere Nähe. Je näher die Theilchen an einander liegen, desto stärker ziehen sie sich an, desto schwerer wird es, sie zu trennen; nach Allem, was wir durch Versuche wissen, würde es unmöglich sein, zwei Theilchen, die sich berühren, aus einander zu reißen; eine Berührung aber

giebt es nicht, wie wir so eben gesagt, und dies ist keine unbegründete Behauptung, sondern eine Thatsache, welche sich durch Experimente beweisen läßt.

Berührung ist Aneinandersein in größter Nähe. In **größter** schließt noch größere aus; wenn zwei Theile eines Körpers einander noch mehr genähert werden können, so waren sie nicht in **größter** Nähe an einander, sie waren also nicht in Berührung. Die meisten Körper kann man durch Druck in einen kleineren Raum zwängen, man kann dadurch ihre sich nicht berührenden Theile einander nähern; bei vielen Körpern gelingt dies nicht so sichtlich wie bei den Metallen; allein selbst Glas oder Bergkrystall vermag man durch Druck so zu verändern, daß, wenn auch nicht die Messung mit dem Zollstocke, doch die Messung durch den Lichtstrahl davon Kunde giebt.

Dies hat eine Grenze. Wenn man zwei convexe Glaslinsen auf einander legt und sie durch Druck so zu nähern sich bemüht, daß beinahe Berührung erfolgt, so zerspringen sie in tausend Stücke, und wenn man ein Stück Glas durch Schrauben so zusammenzwängt, daß es die bekannten Figuren im polarisirten Lichte zeigt, so darf man es nur um ein Geringes stärker zusammenschrauben, und es erfolgt dasselbe: Zertrümmerung des Glases.

Wo aber die Kraft des Menschen aufhört, wirken die Kräfte der Natur noch weiter fort. Eine Stange gehärteten Stahles, welche man durch keine Gewalt mehr zusammendrücken kann, wird durch Erkältung sichtbar, meßbar kürzer und dünner; ihre einzelnen Theile rücken näher an einander! Wenn dies aber ist, wie es denn so ist, so können sie sich vorher nicht berührt haben; sie berühren sich auch jetzt noch nicht, denn durch noch größere Kälte können sie noch mehr zusammengerückt werden.

Eine Berührung also giebt es nicht. Die Anziehungskraft hängt aber von der Nähe ab, in welcher die Theilchen eines Körpers bei einander, hängt davon ab, wie groß die Zwischenräume zwischen einem Theilchen und dem nächsten Theilchen sind. Wir können diese Entfernungen der Theilchen von einander künstlich vergrößern und verringern; im ersten Falle verlieren die Körper an Festigkeit, im andern gewinnen sie: das Mittel ist Zuführung oder Entziehung der Wärme. Durch Zuführung von Wärme dehnen sich die Körper nach allen Richtungen aus, sie werden lockerer und leichter, d. h. ein Kubikzoll Eisen von 100 Grad Wärme wiegt weniger als ein Kubikzoll Eisen von 10 Grad Wärme (wiegt man einen Kubikzoll Eisen bei 10 Grad, erhitzt man ihn dann auf 100, und wiegt man ihn wieder, so findet man beide Gewichte allerdings gleich; allein im zweiten Falle war das kein Kubikzoll mehr, es war ein größeres Stück Eisen;

hätte man so viel abgeschliffen, daß der hundert Grad warme Klumpen gerade auch ein Kubikzoll gewesen wäre, wie der zehn Grad warme es war, so würde dieser letztere mehr gewogen haben).

Eis von 0° bricht leicht; Eis von — 10° trägt die schwersten Lasten, nicht weil es dicker ist als das von 0°, sondern weil es fester ist, und es ist fester, weil es kälter ist, weil seine Theilchen näher an einander liegen; der Frachtwagen, welcher auf dem Eise von einem Fuß Dicke über die Elbe fuhr, als der Januar seinen größten Grimm entwickelte, bricht auf dem fußdicken Eise derselben Stelle am Ende des Februar ein, weil das Eis nur noch 0° Temperatur hat; wir nennen das mürbe; allein dieser neue Ausdruck bezeichnet nichts weiter als: nicht fest, nicht kalt, nicht dicht.

Eine solche Anziehung kommt aber jedem Körper und kommt demselben in jeder Form zu, also auch dem Erdkörper zu der Zeit, da er noch als Dunstball im Weltraume schwebte, ja dem ganzen Sonnensystem und der Materie, die den Weltraum selbst erfüllte zu einer Zeit, in welcher es noch keine Sterne, keine Sonne, keine Planeten gab.

Diese Materie, in welcher wir uns, wie die Spectralanalyse lehrt, im Allgemeinen dieselben Stoffe enthalten zu denken haben, die wir auch auf Erden kennen, oder aus welcher sich diejenigen Modificationen gebildet haben, welche wir chemische Elemente nennen, so daß wir jene Materie als den Welten-Urstoff bezeichnen können, müssen wir als **gasförmig** und als unendlich fein zertheilt betrachten, sie sollte ja den Weltraum erfüllen; es fragt sich nur, ob wir in der Erde, den Planeten und der Sonne nicht zu viel Stoff haben, um ihn gasförmig unterzubringen, und ob alle Stoffe, die wir kennen, auch fähig sind, Gase zu bilden, Gasgestalt anzunehmen. Das Erstere giebt ein Rechenexempel, das Letztere können wir aus der Erfahrung mit Ja beantworten; wenn wir auch noch nicht im Stande sind, alle Körper in Gas zu verwandeln, so dürfen wir doch annehmen, daß auch diejenigen Körper, welche den uns zugänglichen Temperaturen bisher widerstanden haben, bei höherer Temperatur verdampfbar sind; selbst Gold und Platina schmilzt und verdampft; jedes geschmolzene Metall färbt die Flamme, die es umgiebt, — ein Zeichen, daß Theile desselben in Gas übergegangen sind; eine Silbermünze, über den Schmelztiegel, in welchem Gold kocht, gehalten, wird vergoldet, obschon sehr zart und unwägbar; dies Letztere beweist aber nur, daß neben der Verdampfung — der Gasform des Goldes — die Vertheilung des Goldes überaus fein ist. Wenn ein Graphittiegel mit geschmolzenem Golde 24 Stunden lang in der immer gleich stark unterhaltenen Gluth steht, so färbt das verdampfende Gold immerfort die Flamme über sich grün, ein Verlust am

Gewicht ist jedoch nicht bemerkbar; es wurde mithin Gold verflüchtigt, in Gas verwandelt, zur Färbung der Flamme consumirt, allein die Quantität war nicht zu ermitteln; Beweis einer über unsere Begriffe hinausgehenden Vertheilung des Goldes, und der ganze Hergang überhaupt Beweis der Möglichkeit, selbst das Gold als Gas darzustellen.

Das oben gedachte Rechenexempel müssen wir noch etwas näher betrachten.

Die Entfernung der Sonne von den nächsten Fixsternen beträgt vier- bis zwölftausend Billionen Meilen (die Ansichten hierüber sind allerdings in etwas verschieden, doch ist es ziemlich gleichgiltig, ob wir die eine oder die andere Zahl als die richtige annehmen, beide sind unfaßlich). Nehmen wir an, die Sonne sei an Größe gleich dem nächsten Fixstern, so muß sie auch einen gleich großen Wirkungskreis mit ihm haben; erstreckt sich derselbe also 6000 Billionen Meilen weit nach allen Richtungen hin, so stellt demnach dieser Wirkungskreis eine Kugel von 12 000 Billionen Meilen Durchmesser vor. Der räumliche Inhalt dieser Kugel mißt 904''''''320032''''''000000''''000000'''000000''000000'000000 Kubikmeilen. Für Denjenigen, welcher im Aussprechen so langer Zahlenreihen nicht geübt ist, heißt es. 904 Sextillionen und 320 032 Quintillionen Meilen.

Da wir aus der Beziehung der Planetenmassen auf einander und aus der Anziehung der Sonne gegen die Planeten auf ihr Gewicht schließen können, so vermögen wir dieses sehr wohl zu berechnen, und beträgt dasselbe, d. h. das Gewicht der Sonne und aller uns bis jetzt bekannten Planeten 54 186 Quadrillionen Centner oder 5 Quintillionen und 418 600 Quadrillionen Pfund.

Wenn wir in der Berechnung fortfahren, so finden wir, daß ein einziges Loth der ungeheuren Summe von Centnern doch bei der noch viel größern Summe von Kubikmeilen, welche die Anziehungssphäre der Sonne in sich schließt, einen Raum von 1 130 500 Kubikmeilen hat, um sich darin auszubreiten, oder, was vielleicht faßlicher ist, daß auf eine Kubikmeile Raum nur $^1/_{1130500}$ (ein elfmalhunderttausendstel) Loth Materie kommt.

Wir verlangen von unseren Lesern nicht, daß sie diese Zahlen ihrem Gedächtnisse als etwas für die Lehre von der Entstehung der Weltkörper Nöthiges einprägen; sie sind ganz unzuverlässig, sie sind vielleicht zu hoch, vielleicht auch bei weitem zu gering angenommen; allein sie beweisen, daß die Materie der Weltkörper in dem Raume, welcher sie umgiebt, hinlänglich Platz habe zu einer Vertheilung der feinsten Art, gegen welche diejenige feinste Vertheilung der Materie, die wir kennen, die Gasform, z. B. die des Wasserstoffgases, welches 14mal so leicht als die atmosphärische Luft ist, entsetzlich grob erscheinen muß; denn dieses feinste aller uns bekannten Gase wiegt doch noch immer so schwer, daß schon fünf Kubikfuß

ein Loth Gewicht haben (vorausgesetzt, es sei höchst gereinigt und getrocknet, gewöhnliches Wasserstoffgas wiegt viel mehr).

Die Möglichkeit der Vertheilung aller Materie in Dunstform ist also nicht zu leugnen, und Raum ist zu den millionenfachen Mengen vorhanden.

Wo Materie ist, da ist auch Anziehungskraft, sie ist von allen Kräften die uranfänglichste, sie ist von dem Begriffe der Materie unzertrennlich, und es giebt für sie keine Fernen; so wie die Sonne einen Kometen aus ungemessenen Räumen anzieht und an einer bald kurzen, bald langen Leine führt, so zieht ein Sonnenstäubchen das andere an, so lange kein größerer Körper vorhanden ist, der sie alle anzieht.

Ein solcher größerer Körper ist aber da, sobald zwei Sonnenstäubchen sich zu einem vereinigt haben; sie werden ein Mittelpunkt, um den sich sofort mehrere häufen, es entsteht ein Näherrücken der Theilchen an einander, es entsteht ein Verdichten der Materie.

Es kann diese Verdichtung nicht statthaben ohne Bewegung; die ferneren Theile rücken zu den näheren, ein Zudrängen nach einem Mittelpunkte wird nothwendig, hiermit aber auch ein Abgrenzen gegen andere Richtungen hin, ein Sondern der allgemeinen, Raum erfüllenden Substanz in viele Theile, deren jeder eine Existenz für sich hat.

Ob hierbei — wie Einige wollen — auch die Verwandtschaft der Körper gewirkt, ob die Schwefelsäure das Eisen gesucht, die Kohlensäure den Kalk gefunden, nachdem der Sauerstoff das Metall ergriffen und oxydirt, wollen wir dahingestellt sein lassen, dies dürfte uns zu weit führen; allein es scheint auch gar nicht nöthig, zu so künstlichem Bau unsere Zuflucht zu nehmen, da die Anziehungskraft allein, welche man in dieser Ausdehnung die allgemeine Gravitation nennt, vollkommen ausreicht. Die Theilung der Materie im Sonnengebiete hindert die Verallgemeinerung der Gravitation auf das ganze Weltall durchaus nicht; denn diese Sonnengebiete sind wieder nur Sonnenstäubchen im Weltall und ziehen sich alle unter einander an und beschreiben Bahnen um irgend einen Centralpunkt, den man (nach Mädler) im Sternbilde des Stiers (in den Hyaden) gefunden zu haben glaubt, und dessen anderweite Bestimmung neuerdings Jacob Ennis zum Gegenstande einer Untersuchung machte.

Fassen wir nun unser Sonnensystem näher ins Auge (und was von ihm gilt, das gilt gleichmäßig von allen anderen Sternen als den Repräsentanten ihrer Sonnensysteme, da wir nur sie, nicht ihre Planeten sehen können), so tritt zu der Kraft der allgemeinen Gravitation oder, was gleichbedeutend ist, zu der Schwere und der mechanischen Wirkung derselben, welche Bewegung bringt, als Resultat erstens die Verdichtung und zweitens die Erwärmung. Jeder Körper, welche Temperatur er

immer haben möge, wird wärmer, wenn er verdichtet wird: ein Thalerstück, ungeprägt unter den Stempel gelegt, wird durch den Druck warm; eine Medaille, welche mehrere Schläge zu erdulden hat, wird heiß; ein Stäbchen kaltes Eisen, an seiner Spitze auf dem Amboß rasch geschlagen, wird so heiß, daß es Holz entzündet; Luft, auf den zehnten Theil ihres Volumens comprimirt, wird zur Glühhitze der Kohle gebracht.

Die Gaskugel, welche durch Anziehung der Theile der allgemeinen Materie entstanden ist, und die noch viele Tausende von Millionen Meilen im Durchmesser hat, ist doch nach und nach auf den zehnten, auf den hundertsten Theil ihrer Größe zusammengesunken, und sie wird durch die mit der größten Dichtigkeit wachsende Anziehung noch immer *dichter* und kleiner; sie wird *wärmer*, so wie sie dichter wird.

Da alle Theile sich nach dem ersten Kern drängen mußten, so entstand dahin eine Bewegung, die in Folge des Anpralls der einzelnen Theilchen gegen einander oder des Reactionsstoßes nothwendig eine Kreisbewegung ward; der Gasball rotirt also, und wenn er rotirt, so muß er sich auch abplatten; aus der Kugel wird ein Sphäroid. Neben der Schwere, der Verdichtung und der *Bewegung* müssen wir die *Trägheit* (das Beharrungsvermögen) berücksichtigen, welche aller Materie sowohl im ruhenden als im bewegten Zustande eigen ist, vermöge deren jeder Körper einer Aenderung seines Zustandes einen Widerstand entgegensetzt. So ist es auch die Trägheit, welche einen bewegten Körper in seiner Bewegung erhält, bis eine andere Kraft Ruhe gebietet. Ist die Bewegung eine kreisförmige, eine Centralbewegung, so nennen wir das aus dem Beharrungsvermögen entspringende Bestreben des Körpers, sich in Richtung der Tangente von dem Mittelpunkte der Bahn zu entfernen, *Fliehkraft* oder Centrifugalkraft. Es ist dies dieselbe Kraft, welche sich als Zug äußert, wenn ein an einem Faden befestigter Körper im Kreise herumgeschwungen wird, und daß derselbe jenes Bestreben hat, ersehen wir aus seiner Fliehrichtung, wenn wir plötzlich den Faden durchschneiden. Wir können also die Centrifugalkraft auch als den Widerstand bezeichnen, welchen ein rotirender Körper der Ablenkung aus der gradlinigen Bewegung, der Richtung der Tangente, entgegensetzt.

Sind Schwere *und* Fliehkraft durch Bewegung des Körpers in ihm thätig aufgetreten, so verwandeln sie begreiflich seine Form stärker, als die Schwere oder Anziehungskraft allein es vermag. Bei der Rotation wirkt die Fliehkraft um so stärker, je stärker die Bewegung ist; diese ist am lebhaftesten am Aequator der Kugel, sie ist am geringsten an den Polen; dort wird der Schwere Widerstand geleistet durch die Fliehkraft, hier an den in Ruhe zu denkenden Polen nicht; daher muß ein solcher bewegter

Dunstball sich immer mehr verflachen, er wird in Folge der leichten Verschiebbarkeit seiner Theilchen die Linsenform annehmen.

Wie dieses geschieht, wie der Körper immer *dichter* und räumlich *kleiner* wird, so wird seine Bewegung eine immer mehr beschleunigte werden; denn die Theile der Kugel setzen die Bewegung, welche sie aus dem äußersten Umfange der Kugel mitgebracht haben, durch das Beharrungsvermögen in gleicher Geschwindigkeit fort; da aber diese Bewegung in einem viel kleineren Raume vor sich geht, so erscheint sie bedeutend schneller. Dadurch wird aber auch die Fliehkraft stärker, und es muß ein Zeitraum und eine körperliche Grenze da sein, bei denen die Fliehkraft *nicht nur* der Schwere das *Gleichgewicht* hält, sondern *stärker* wird als sie.

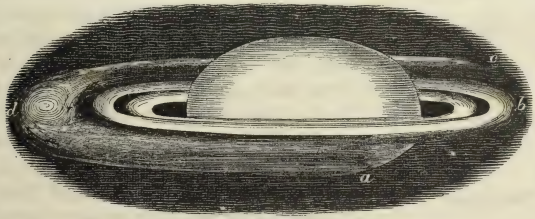
Hier tritt eine Zerreißung ein. Wie der Faden, welcher den Stein in der Schleuder hält, bei zu schneller Bewegung reißt, weil die Fliehkraft durch die Bewegung das Uebergewicht über die Festigkeit des Fadens erhält, so auch bei dem rotirenden Körper, in welchem die Anlagen zu einer solchen Ausbildung sich schon bei der ersten Annäherung zur Form eines Sphäroids zeigten.

Unser Sonnensystem in seinem früheren Zustande als Gaslinse.

Diejenigen Theile der Gaslinse, welche am äußersten Rande derselben befindlich, entweichen aus dem Bereiche der Schwere, die dem Mittelpunkt näheren werden stärker angezogen; nicht mehr durch den äußersten Rand und die volle Gewalt der Fliehkraft behindert oder zurückgehalten, stürzen sie sich mit lebhafter Bewegung auf das Centrum zu und bilden ein kleineres Sphäroid als früher, mit schnellerer Rotation.

Der Ring aber, welcher sich abgetrennt hat, setzt seine Rotation in der bisherigen Art fort und keineswegs unabhängig von dem innern Gasklumpen, sondern von ihm gehalten und geführt. Die geringste Ungleichheit des Ringes aber hat zur Folge, daß eine dickere Stelle desselben, mächtiger als die übrigen, die nächstgelegenen Massentheile um sich versammelt; der Ring ist zerrissen, der abgesonderte Theil zieht auf seiner weiteren Wanderung immer mehr Theile des Ringes zu sich heran und bildet mit ihnen einen kleineren Dunstball, welcher um den größeren in der Entfernung läuft, in welcher der Ring sich von ihm getrennt hat.

Da aber der Ring zwei Seiten hatte, eine äußere und eine innere, und die Bewegung der Theile des Ringes an diesen beiden Seiten nach dem Verhältniß ihrer Durchmesser verschieden war, so liefen bei der Ballung zu einem abgesonderten Körper die Theile, welche der äußersten Grenze des Ringes angehörten, den anderen voran, diese anderen blieben zurück, und so leitete sich für den abgesonderten, unregelmäßigen Körper alsbald auch neben der Bewegung in dem großen, nicht verlassenen Kreise



Zerreißung der Dunstringe. Planetenbildung.

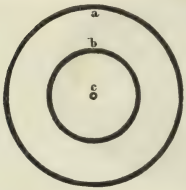
noch eine Kreisbewegung in sich, eine Rotationsbewegung, ein. Es bildet sich auf die natürlichste Weise ein Planet, und er selbst setzt in sich alle die Vorgänge fort, von denen wir bisher gesprochen: er verdichtet sich, die Centrifugalkraft plattet ihn ab, gestaltet ihn linsenförmig, trennt die Scheibe in Ringe, bildet aus diesen gesonderte Körper, Monde, oder läßt sie als unfertig in solchen Ringen um den Hauptkörper laufen, wie beim Saturn u. s. f.

Da dieser Vorgang an der Grenze des noch sehr großen Sonnenballes statt hatte, so war die Masse, aus welcher sich der Ring und dann der Planet bildete, noch nicht dicht, und in der lockeren Masse der äußersten Planeten sehen wir die natürliche Folge dieser geringen Dichtigkeit des Dunststreifens, aus dem sie sich gebildet.

In der großen Kugel setzt sich die Verdichtung so fort, wie sie auch

in der kleinen, abgesonderten fortschreitet; je näher nach dem Centralpunkte die Materie zusammenrückt, desto dichter wird sie begreiflich, und vermöge der Fliehkraft befinden sich die dichtesten Theile der ganzen Masse immer an der äußersten Grenze der rotirenden Linse; dieses hat zur natürlichen Folge abermals die Absonderung eines Ringes, in welchem dasselbe vorgeht, was in dem ersten vorgegangen ist, nur wird er um ein Geringes schwerer sein als der vorige, an Größe vielleicht von ihm in anderer Art verschieden, an Dichtigkeit jedenfalls so, daß er jenen ersten überbietet; denn die Masse, welche sich als Ring abtrennt von dem Centralball, kann kleiner oder größer sein als die des ersten Ringes; ihre Schwere muß aber bedeutender sein, weil sie einem überhaupt schwerer gewordenen Körper angehört.

Hierin liegt nun schon ein Unterschied der Weltkörper von sehr bedeutender Art; ihre Schwere wird größer, je näher dem Mittelpunkte des Gasballes sie die Materie, aus welcher sie sich zusammengedrängt, zusammengezogen, entnommen haben, ein Gesetz, welches beinahe ganz durchgreifend vorhanden ist und nur eine einzige Ausnahme am Saturn erleidet, welcher etwas leichter ist als sein Vorgänger (und überhaupt der am wenigsten dichte unter den bekannten Planeten), was vielleicht daher rührt, daß derselbe sich durch seine schnelle Axendrehung von neuem aufgelockert hat.



Die Geschwindigkeit derselben hängt von der Breite des Ringes ab, welcher sich zur Bildung des neuen Planeten von der ganzen Masse löste; je größer diese ist, desto größer wird natürlich die Umdrehungsgeschwindigkeit werden, weil sie, wie wir bereits wissen, aus dem Unterschiede der Geschwindigkeit der äußeren und der inneren Theile des Ringes hervorgeht. Wenn eine Scheibe sich um ihre Axe dreht, so steht ihr Mittelpunkt völlig bewegungslos still, indessen an der Peripherie die allerlebhafteste Geschwindigkeit vorhanden ist. Theilen wir die Scheibe so, wie die oben befindliche Figur, daß der innere Ring gerade einen halb so großen Durchmesser hat als der äußere, so wird der Punkt b des inneren Ringes in derselben Zeit den ganzen Kreis durchlaufen, in welcher der Punkt a den ganzen äußeren Kreis durchläuft; da aber der äußere Kreis gerade doppelt so groß ist als der innere, und beide ihre verschiedenen Wege in derselben Zeit durchlaufen, so legt der Punkt a einen doppelt so großen Weg zurück als b, d. h. er hat eine doppelt so große Geschwindigkeit.

Wenden wir dieses auf die massenhaften Ringe an, welche sich von der gewaltigen Scheibe des Sonnen-Ellipsoides trennten, so wird auch hier

dasselbe eintreten, und bei einer Zerstückelung oder Zerreißung des Streifens, der sich losgelöst hat, werden diejenigen Theile, die dem äußersten Ringabschnitt angehörten, sich schneller bewegen und bei einer nothwendigen Veränderung ihrer Bahn durch Anziehung der Ringestheile unter sich die schnellere Bewegung beibehalten (vermöge der Trägheit) und somit die Veranlassung zu einer Rotation geben, und zwar zu einer um so schnelleren, je größer die Breite des Ringes war, welcher sich von dem ganzen Dunstball ablöste.

Betrachten wir die vorige Figur und nehmen wir an, die Theile des äußersten Kreises wären mit Beibehaltung ihrer Geschwindigkeit bis an den inneren Kreis gerückt, so ergiebt sich von selbst, daß diese Theile nunmehr den innern Kreis in derselben Zeit zweimal durchlaufen, in welcher sie den äußern einmal durchlaufen haben; es versteht sich von selbst, daß bei noch größerer Verringerung des Durchmessers dieses Ringes, d. h. bei noch weiter schreitender Zusammenziehung der Masse, die Beschleunigung auch ferner in dem angegebenen Verhältniß wachsen wird; auf die Weise würde eine Rotationsgeschwindigkeit von einer so ungeheuren Art erzielt werden, daß nirgends ein Beispiel dafür gefunden werden dürfte. Allein wir haben nur diejenigen Theile betrachtet, welche dem äußersten Ringe angehören, und nicht die dem innern und dem dazwischen liegenden Antheile der von der Hauptmasse abgelösten ringförmigen Scheibe.

Sollen diese eine gleiche Geschwindigkeit erlangen wie die äußersten, so müssen sie durch irgend eine Kraft bewegt werden, und diese wäre in dem Stoß der schneller bewegten Theile des äußeren Ringes vorhanden; allein nicht nur jeder Naturkundige, sondern schon ein Jeder, der Billard mit einiger Aufmerksamkeit spielt, weiß sehr wohl, daß, wenn ein schnell laufender Ball einen langsam laufenden trifft, beide nunmehr nicht mit der Geschwindigkeit des erstern weiter laufen, sondern daß der zweite zwar von dem Augenblick des Stoßes seine Bewegung *beschleunigt*, der anstoßende aber in demselben Maße *langsamer* geht, d. h. daß er den Antheil Bewegung, welchen er dem andern Balle *mitgetheilt hat*, *selbst verliert*.

Genau ebenso ist es mit der Materie überhaupt; von zwei bewegten *Körpern* braucht dabei gar keine Rede zu sein; Materie, Masse wirken in gleicher Art auf einander wie aus der Masse getrennte Stücke derselben.

Die Theile des äußersten Ringabschnittes treffen auf die Theile des innersten und reißen dieselben vermöge ihrer größeren Geschwindigkeit mit sich fort; allein die Theile des innersten Abschnittes setzen jenen durch ihr Beharrungsvermögen bedeutenderen Widerstand entgegen, es wird dieser zwar überwunden, jedoch nur so, daß die Bewegung beider eine mittlere

aus den gesonderten Geschwindigkeiten der äußeren und der inneren ist; ging der äußere mit vier Fuß in der Secunde und der innere mit zwei Fuß in derselben Zeit, so gehen beide zusammen nunmehr mit sechs dividirt durch zwei, d. h. mit drei Fuß fort.

Dasselbe findet in aller Ausdehnung auch für beliebig viele Massentheile statt; immer ist die Bewegung aller gleich der Bewegung aller einzelnen zusammengenommen, getheilt durch die Anzahl derselben, z. B. $\frac{6+5+4+3+2+1}{6}$, d. h. 21 dividirt durch 6, was $3\frac{1}{2}$ als Resultat giebt.

Da in der Bewegung der Theile eines solchen Ringes außerordentlich viele Unterschiede sind, so wird natürlich auch das endliche Resultat der Bewegung ein sehr zusammengesetztes sein, doch immer dem angeführten Exempel entsprechen.

Hat der Ring eine große Breite, so ist es wahrscheinlich, daß er sich abermals und nochmals theilt, bandartige Streifen bildet.

Zweifelsohne ist der Zusammenhang einer solchen nur luftförmigen Masse von einer Zartheit und Verdünnung, für welche uns die Vorstellung mangelt, sehr gering; es bedarf also auch nur einer sehr geringen Kraft, um den Zusammenhang ganz aufzuheben, eine Trennung, ein Zerreißen des Ringes herbeizuführen. Sobald dies geschehen ist, versammelt sich die ganze Masse der beiden Flügel des zerrissenen Ringes in einem Punkte, welcher gegenüber der Zerreißungsstelle liegt, indem jedes Flügelende sich anfänglich abgesondert vom andern ausbildet, denn ein jedes hat nur auf einer Seite Stoff zur Vergrößerung, auf der andern, dem Trennungspunkte zugekehrten Seite nicht. In diesem Falle wird derjenige Flügel, welcher vor sich, d. h. in der Richtung, auf welche seine Bewegung zugeht, Materie hat, von dieser mit verdoppelter Stärke angezogen werden, also dorthin mit beschleunigter Bewegung gehen und in Folge dessen immer mehr von der den Ring bildenden Materie in sich aufnehmen, sich vergrößern.

Die andere Hälfte des Ringes, der Flügel desselben, welcher vor sich keinen Stoff mehr findet, wird mithin langsamer gehen als die übrigen Theile des Ringes, und so wie der erste Abschnitt oder Flügel sie alle in sich aufnahm, dadurch, daß er die übrigen überholte, so wird der zweite sie aufnehmen, weil er sie erwartet, ihnen gewissermaßen entgegengeht.

Die nothwendige Folge ist, daß beide Hälften endlich der Zerreißungsstelle des Ringes gegenüber zusammentreffen, und daß hierdurch eine neue Veranlassung zu einer Katastrophe vorhanden ist, welche bei dem Ineinanderwickeln der beiden Gas- oder Dunstbälle neue Formen, neue Ringe, neue Weltkörper — Monde, die sich aus den Ringen entwickeln — hervorruft.

In der ganzen bis hierher vorgetragenen Abtheilung dieser Hypothese,

welche in der Hauptsache von Kant zuerst und dann von dem berühmten Astronomen La Place ausgesprochen, ist nichts Gewaltthätiges, keine gezwungene Annahme, keine Zufälligkeit und kein Machtspruch; die neuere Zeit hat auch nur wenig zu modificiren gewußt, und was La Place aufgestellt, hat Grüson (Königl. Preuß. Ingenieur-Major) mit mathematischer Schärfe in Zahlen gegeben und durch diese Zahlen von dem entferntesten bis zum nächsten Planeten zu beweisen gesucht, daß es so sein müsse, und daß dieses der Gang der Weltschöpfung oder vielmehr der Entstehung der Weltkörper gewesen. Wenn La Place sagte: „Philosophe, montre-moi la main qui a lancé les planètes sur la tangente de leur orbite!“ so hat die fortgeschrittene Wissenschaft es vermocht, diese Hand aller Wahrscheinlichkeit nach zu zeigen in den Kräften, welche der Materie innewohnen, und durch deren Ineinandergreifen, die gemachte Voraussetzung zugegeben, sich Alles vollkommen gesetzmäßig so gestalten mußte, wie wir es gestaltet sehen.

Wohl mag es kühn, beinahe vermessen erscheinen, wenn der Mensch sich anmaßt, in Geheimnisse einzudringen, die der Schöpfer in einen dichten Schleier gehüllt hat. Gleichwohl geben die neueren Forschungen der Hoffnung Raum, daß gerade hier der menschliche Verstand einen seiner glänzendsten Triumphe feiern, und daß das, was vorstehend aufgestellt, und was sich nicht lediglich auf physikalische und mathematische Theorien, sondern auf Beobachtungen stützt, in der nächsten Folgezeit die vollste Bestätigung erhalten werde.

Wir gewahren an mehreren Stellen des Himmels einen matten Schimmer, welcher die Dunkelheit des Himmelsgrundes vermindert, sowie wir

Nebelfleck im Haar der Berenice.

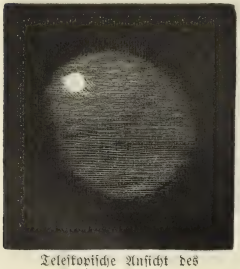
Nebelfleck in der Andromeda.

Doppelnebel im großen Bären.

auch Sterne sehen, welche sich nicht als scharf begrenzte Lichtpunkte, sondern gewissermaßen verwaschen zeigen. Diese Stellen, dem Schimmer der Milchstraße ähnlich, hat man mit dem Namen Nebelflecke bezeichnet. Das unbewaffnete Auge kann deren nur sehr wenige auffinden; erst die neuen großen Teleskope haben uns hier eine ganz neue Welt und ganz neue An-

schauungen offenbart. Mit Hilfe dieser Fernrohre sind bis jetzt etwa 4000 solcher Nebelflecke aufgefunden worden. Ihre Gestalt ist theils rund, theils elliptisch, theils spiralförmig, theils ganz unregelmäßig. Bei manchen hat sich ergeben, daß sie weiter nichts sind als große Sternhaufen; andere dagegen sind selbst durch die größten Fernrohre nicht in einzelne Sterne aufgelöst worden, und es sind gewichtige Gründe zu der Annahme vorhanden, daß diese letzteren nichts sind als in Entwicklung begriffene Sterne und Sternsysteme, ungeheure Lichtmassen (gewissermaßen Planeten- und Sonnenmaterie), die sich im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende allmählich im Innern verdichteten und sich nun zu Weltkörpern und zu Weltsystemen ausbilden. Diejenigen, welche in der Mitte des Nebels lichtere Stellen oder leuchtende Punkte zeigen, scheinen in dieser Ausbildung schon vorgeschritten zu sein; diejenigen, welche im Mittelpunkte einen deutlichen Stern wahrnehmen lassen, haben den größten Theil ihres Bildungsganges bereits durchlaufen; jene durchaus gleichförmig glänzenden Massen von runden oder elliptischen Gestalten, ohne merklichen Kern in der Mitte, scheinen dagegen erst von neuerer Entstehung zu sein und den Prozeß ihrer Bildung erst zu beginnen. „Was jetzt noch Nebelfleck ist, wird einst als Sternhaufen glänzen, und es gab eine Vorzeit, in welcher nichts als unbegrenzte Nebelmassen vorhanden waren," wie einer unserer berühmtesten Astronomen, Mädler, zu sagen sich für befugt hält.

Möglich, daß mancher dieser Nebelflecke jetzt schon die Stadien seiner Ausbildung vollständig durchlaufen hat und uns nur deshalb noch als Nebelfleck erscheint, weil sein Licht Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen, und wir ihn daher heute in dem Zustande erblicken, in welchem er vor Millionen von Jahren war, wie wir ja jeden vorhandenen Stern auch nur in dem Zustande sehen, in welchem er vor drei, vor zehn, vor tausend Jahren war, je nach der Entfernung, in welcher er von uns steht.



Teleskopische Ansicht des Enke'schen Kometen.

Auch die Kometen hat man in die Kategorie sich erst bildender Weltkörper gerechnet, und in der That, wenn man ihre Gestalt näher betrachtet, namentlich wenn man erwägt, daß nachgewiesen ist, wie die Kometen aus einem Stoffe bestehen, der viel tausendmal dünner ist als die dünnste Luft, wenn man erwägt, wie viele Abstufungen in ihren Formen es giebt, und wie sich die Materie gleich einer Atmosphäre um einen dichteren Kern ballt, wie sie in ebenso genau

vorgezeichneten Bahnen laufen wie die Planeten: so hindert nichts, sie für Planeten zu halten, denen lediglich noch die größere Verdichtung zu einer *festen* Masse fehlt, welchem Stadium sie wahrscheinlich entgegenschreiten.

Verfolgen wir die weitere Ausbildung unseres Sonnensystems, so sehen wir, daß derselbe Vorgang mit der Abtrennung der Dunstringe von dem Dunstballe sich wiederholt, und daß die Wiederholung so gut eine Nothwendigkeit ist als die erste Bildung eines solchen Ringes und daraus hervorgehenden Körpers; nur wird die spezifische Schwere, wie bereits bemerkt, immer mehr wachsen; denn je enger die Grenzen sind, in welche sich der große Gasball zusammenzieht, desto schneller ist seine Bewegung, desto stärker die Gewalt, mit welcher die Centrifugalkraft die körperlichen Theile, die Atome, nach dem äußersten Umkreise, nach dem weit hinaus geschobenen Aequator drängt, und die Körper, welche sich aus dieser immer dichter werdenden Urmaterie bilden, müssen sowohl selbst dichter werden, als sich schneller in ihren Bahnen bewegen, je näher sie nach dem endlichen Centrum des Dunstballes, nach der Sonne, rücken.

Die Astronomie giebt für diese Behauptungen die bestätigenden Beweise; sie lehrt uns, daß mit der schon erwähnten Ausnahme des Saturn, dessen Dichtigkeit nur etwa $^1/_{10}$ von der der Erde ist, die Planeten um so dichter sind, je näher sie der Sonne sind; so ist die Dichte des Neptun ungefähr $^1/_5$ von der der Erde, ungefähr ebenso dicht ist der Uranus oder: er ist so schwer wie Eschenholz; etwas dichter ist der Jupiter, etwa wie gut ausgebrannter Ziegelstein, der Mars wie Granit, die Erde beinahe wie Chrom, d. h. fünfmal schwerer als Wasser, die Venus wie Zink, d. h. sechsmal, und der Merkur wie Kupfer, d. h. achtmal schwerer als Wasser.

Ebenso ist die Geschwindigkeit eine mit der Annäherung zu dem Centralpunkte stets wachsende. Der Neptun legt in seiner Bahn in jeder Secunde etwa $^3/_4$ Meile zurück, der Uranus 1, der Saturn $1^3/_{10}$, Jupiter 1,7 (1 und $^7/_{10}$), die sämmtlichen kleinen Planeten $2^1/_2$ bis 2,7, die Erde 4,7, die Venus 4,9 und der Merkur 6,7.

Sehr merkwürdig ist ein umgekehrtes Verhältniß hinsichtlich der Axendrehung; diese wird, mit geringer Schwankung, langsamer, je näher die Planeten zur Sonne rücken. Wenn aber die *Bahngeschwindigkeit* des Planeten von der Rotationsgeschwindigkeit des *Ringes* an jener Stelle, wo er sich von dem Hauptkörper trennte, die *Drehungsgeschwindigkeit* des Planeten dagegen von der Differenz der Bewegung der Ringtheile unter einander herrührt, so ist hiermit allein auch das scheinbar Paradoxe gehoben.

Die zuerst abgefallenen Ringe hatten nämlich außerordentliche Breiten, wie wir dies aus der Größe der Planeten sehen, die sich aus ihrer Masse zusammengeballt, obschon dieselbe sehr viel dünner war als die später ent-

standene. Bei einer Breite des Ringes von mehreren hundert Millionen Meilen (wie der Abstand der Planeten von einander verräth) war natürlich die Differenz der Geschwindigkeit der inneren und äußeren Theile des Ringes sehr groß, daher die aus dieser Differenz resultirende Axendrehung sehr schnell, der Zeitraum, in dem sie vor sich ging, sehr kurz, 9 bis 10 Stunden für Saturn und Jupiter — bei einer so ungeheuren Ausdehnung, wie diese Planeten sie haben, ganz außerordentlich. Weiter zum Mittelpunkte des Sonnensystems rückend, wurden die sich abtrennenden Ringe immer schwächer (daher die Planeten immer kleiner) und die Axendrehung langsamer, je schneller die Bahnbewegung; der Unterschied zwischen der Bewegung der äußeren und der inneren Theile dieser vielleicht nur ein oder ein paar Dutzend Millionen Meilen breiten Ringe war sehr viel geringer, und so erklärt sich auch diese scheinbare Unregelmäßigkeit vollkommen folgerecht aus dem innern Zusammenhange des ganzen Wunderbaues.

Ueber die Mondbildung der Planeten haben wir bereits einige Andeutungen gegeben und gesagt, daß dieselbe durchaus ähnlich der Planetenbildung sei, daß sich hier im Kleinen derselbe Vorgang wiederhole wie dort im Großen; es ist sehr leicht möglich, daß wir eine solche fortgesetzte Bildung von Weltkörpern, wenigstens zweiten Ranges (nicht Planeten, sondern Nebenplaneten), noch vor Augen haben in dem wunderbaren Ringe des Saturn, welchen zu erklären man sich viele Mühe gegeben hat.

Teleskopische Ansicht des Saturn mit seinen Ringen.

Aus der doppelten Abplattung des Saturn (welche Bessel übrigens bestreitet) hat man geschlossen, der Ring sei früher ein Eigenthum des Saturn gewesen und bei der ungeheuren Fliehkraft, die derselbe vermöge seiner schnellen Axendrehung haben muß, von ihm abgerissen und ins Weite geschleudert.

Sehr möglich ist es, daß gerade umgekehrt der Ring die Ausdehnung zeigt, welche der Saturn vor der letzten Mondbildung gehabt, daß der Hauptkörper bis dorthin, wo wir jetzt den äußersten Ring sehen, durch Absonderung der für die Monde nöthigen Massentheile zusammengesunken,

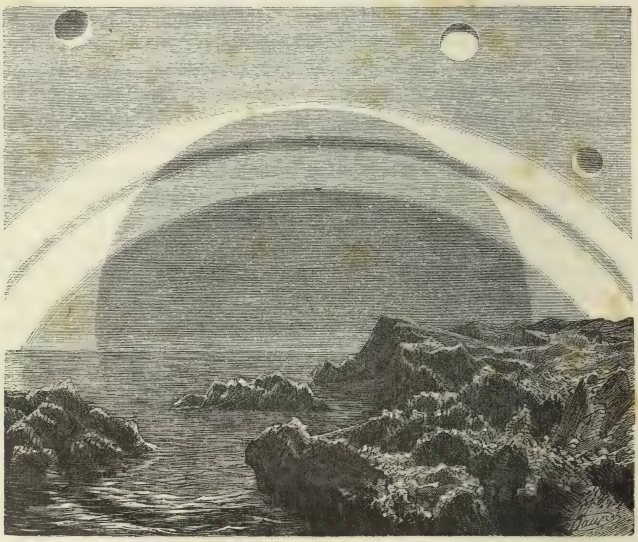
und daß er sich in dem Stadium der vorletzten und letzten Mondbildung befindet, daß aus den beiden Ringen ein neunter und zehnter Mond sich aufrollen wird, allerdings schwerlich in einer Zeit, welche es möglich macht, daß unsere Kinder oder Enkel diese Umgestaltung zu sehen bekommen, allein deswegen doch nicht minder wahrscheinlich; denn was sind 60 oder 100 Jahre für die Bildungsgeschichte der Planeten, bei der es sich immer um Tausende von Jahrtausenden handelt. Einige Astronomen haben gerade den Saturnring als eine vollkommene Bestätigung der vorgetragenen Hypothese von der Entstehung der Weltkörper angenommen und glauben dadurch allein die Hypothese zur Theorie erhoben zu sehen. Grüson sagt: „Hier ist es, wo wir den großen Baumeister bei der Bildung der Himmelskörper überraschen, wo unsre Augen in seine Werkstatt eindringen und dort die vollständigste Ueberzeugung gewinnen, wie er dabei zu Werke gegangen. Wir bedürfen als Beweis für die Richtigkeit der bisher von uns verfolgten Bildungstheorie keine schlagendere Thatsache als diese. Hier ist es, wo wir im Kleinen durch den in einem geringen Abstande vom Hauptkörper erstarrten Ring den Bildungsgang der planetarischen und höchst wahrscheinlich auch den aller Weltkörper genau vorgezeichnet finden. In ihm sehen wir zugleich, daß es nicht die Absicht des Schöpfers gewesen, uns ein Geheimniß daraus zu machen. Er hat uns gewissermaßen selbst auf die Spur geleitet, und zur Ehre des menschlichen Geistes dürfen wir bekennen, letzterer habe den gegebenen Wink verstanden.

„Wie es gekommen, daß, soviel uns bis jetzt bekannt, beim Saturn allein, nach vorangegangener Bildung von acht Monden, der letzte zu einem abgesonderten Aequatorring wurde und sich nicht auch zu einem runden Körper zusammenballte, sondern in seiner ursprünglichen Ringform erstarrte, darüber wird schwerlich je ein genügender Aufschluß gegeben werden können. Möglich ist, daß die vom Hauptkörper hierzu abgesonderten Massentheile an und für sich schon einen zu großen inneren Zusammenhang hatten, als daß noch ein Zerreißen derselben durch die Kraft der Rotationsgeschwindigkeit hat bewirkt werden können."

Es scheint, als ob die letzten Zeilen einen Fehlschluß enthielten. Nehmen wir an, der Saturn mit seinen Monden und Ringen zeige uns den Entwickelungsgang der Planetenbildung, so ist nicht der neunte Mond zu einem Ringe erstarrt sondern umgekehrt hat sich der Ring noch nicht zu einem Monde zusammengeballt; wir sehen aber in der Trennung des Ringes in zwei ungleiche Hälften schon einen Anfang dazu, wenn wir auch wahrscheinlich den Schluß dieses Schauspiels noch auf viele Jahrtausende hinausschieben müssen. Bis zum achten Monde ist die kleine Saturnuswelt fertig, der neunte und zehnte sind noch im Werden, es ist erst das Material dazu zurecht gelegt.

Dieser von einem Ring umgebene Weltkörper ist übrigens an sich schon eine so merkwürdige Erscheinung, daß es für unsere Leser von Interesse sein wird, sich bildlich zu vergegenwärtigen, wie sich dieser Ring den Bewohnern des Saturn darstellt.

Wir wählen dazu die Zeit um Mitternacht eines Saturnsommertages. Ein mächtiger, glänzend leuchtender Bogen spannt sich über dem Haupt der dem Ringe am nächsten befindlichen Saturnbewohner, welche begreiflicherweise immer nur einen Theil, nie, wie wir, das Ganze des Ringes sehen können. Anders gestaltet sich die Erscheinung für die dem Ring ferner Wohnenden, wie dies auf nachstehender Abbildung dargestellt ist. Der dunkle Halbkreis im Hintergrunde ist der Schatten des Saturn, welcher sich jede Nacht längs der beleuchteten Saturnusringe bewegt und ihn bald



Ideale Ansicht einer Saturnlandschaft um Mitternacht.

ganz, bald nur theilweise bedeckt und so den Ring in zwei Theile theilt, was in Verbindung mit den acht Monden des Saturn ein so wunderbares Schauspiel gewähren muß, daß wir Erdbewohner uns kaum eine Vorstellung davon machen können.

In dem doppelten oder gar dreifachen Saturnusring haben wir ein sehr lehrreiches Mittelglied zur Erklärung des Entstehens der vielen kleinen Planeten, deren Zahl seit der ersten Ausgabe dieses Buches (1854) von 26 bis auf beinahe 200 gestiegen ist und zweifelsohne noch weiter steigen wird. Wir haben angenommen, daß sich für jeden Planeten ein großer Ring von der Sonne absonderte; am Saturn sehen wir drei solche Ringe gleichzeitig vorhanden: sehr möglich ist demnach, daß an jener Stelle, an welcher wir einen großen Planeten vermutheten, wenigstens vermißten, und an welcher wir nun fast 200 gefunden, aus dem großen Ringe, welcher sich von dem Dunstball löste, viele kleinere herausspalteten, oder daß dieser Ring sich nicht an einer Stelle, sondern an sehr vielen Stellen trennte, zerriß. Daß diese Planetoiden sämmtlich einem Ringe angehörten, läßt sich aus der Entfernung, welche sie von der Sonne haben, entnehmen; der Ring, dem sie ursprünglich angehörten, hatte nach seiner Lage zwischen dem Jupiter- und dem Marsringe eine Breite von höchstens 20 Millionen Meilen, und 17 Millionen Meilen beträgt die Breite des Ringes, in welchem sie sämmtlich sich um die Sonne bewegen, noch jetzt, so wie auch ihre mittlere Geschwindigkeit ganz dieselbe ist, wie es sich nicht anders gehört, wenn sie Theile eines Ringes waren, der sich spaltete; wie dagegen ihre Geschwindigkeiten im Einzelnen auch wiederum in einiger Art verschieden sind, wie es gleichfalls nicht anders sein darf, wenn der ganze Ring sich nach und nach in verschiedene kleinere zertrennte oder die Bruchstücke desselben sich zu Planeten aufrollten in den verschiedenen Stadien der beschleunigten oder der zurückgehaltenen Bewegung, wie sie aus der Zerstückelung naturgemäß hervorgeht. Die entferntesten durchlaufen nämlich $2^5/_{10}$ Meilen in einer Secunde und die nächsten $2^7/_{10}$ Meilen in derselben Zeit.

Gehen wir mit dem Bildungsgange des gewaltigen Dunstkörpers weiter fort zur Erde, so finden wir sie, gerade wie die übrigen Planeten, aus einem Ringe von Weltstaub, von Urmaterie zusammengelaufen, und da ihre mittlere Entfernung von der Sonne etwa 20 Millionen Meilen beträgt, ihr Gewicht uns aber durch ihre Anziehungskraft bekannt ist, so läßt sich sehr leicht berechnen, wie fein vertheilt ihre Substanz gewesen sein müsse, wenn man die Breite des Ringes als von der Hälfte der Entfernung des Mars in der Erdnähe bis zur Hälfte der Entfernung der Venus in der Erdnähe, also ungefähr zu 9 Millionen Meilen anschlägt; sie wird dann ungefähr den 38tausendsten Theil der Dichtigkeit des Wassers oder den 48sten Theil der Dichtigkeit der Luft gehabt haben, — eine Verdünnung, von welcher wir keinen Begriff mehr haben, indem selbst das allerreinste Wasserstoffgas noch fast immer viermal so schwer ist; — und

dennoch war die Materie des ganzen Dunstballes schon so stark zusammengezogen, so sehr verdichtet, daß sie so schwere Körper hervorbringen konnte, wie Mars und Erde und die übrigen beiden Planeten.

Wenn diese Materie sich zu einem Klumpen, zu einer Linse aufrollte, mußte sie natürlich um so dichter werden, je näher die Theile an einander rückten; inwiefern dieses geschehen, sehen wir an dem Monde, welcher das Resultat der Absonderung eines Ringes von dem irdischen Dunstballe ist zu einer Zeit, da derselbe 52 000 Meilen Halbmesser hatte. Aus Millionen Meilen Breite, aus 150 Millionen Meilen Länge war die Materie des Ringes zu einem Dunstball von 100 000 Meilen Größe zusammengerollt, als sich der Mond als neuer Ring von ihm trennte, und doch hatte dieser nach seiner Ausbildung zur Kugel nur $^1/_{88}$ der Masse der Erde bei einem Durchmesser von dem dritten Theil des Erddurchmessers.

Bei der fortschreitenden Verdichtung der übrigen Masse konnte nach und nach eine Schwere erzielt werden, wie die Erde sie hat; sie konnte bei noch größerer Zusammenziehung sogar noch erhöht werden, wie bei der Venus und dem Merkur, welche an Dichtigkeit die Erde übertreffen.

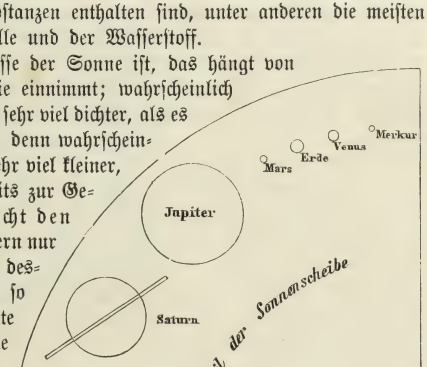
Es bleibt uns noch übrig zu untersuchen, um wie viel schwerer oder dichter denn die Masse der Sonne ist als die des ihr nächst gelegenen Planeten; denn da eine solche Dichtigkeit fortschreitend stattfindet, derart, daß die Planeten um so dichter sind, je kleiner ihr Abstand von der Sonne ist, so wird folgerecht die Sonne am dichtesten sein müssen; — so scheint die Theorie es zu verlangen, die Erfahrung jedoch sagt: die Sonne ist ein viel leichterer Körper, sie hat kaum den vierten Theil der Dichtigkeit der Erde, sie ist kaum schwerer als Buchsbaumholz und nicht so schwer als Phosphor oder Elfenbein oder Alabaster.

Verfolgen wir den Entwickelungsgang der Planeten, so finden wir, daß dieselben alle sich aus ungeheuren Gasringen zusammengerollt, daß sie anfänglich eine viel größere Ausdehnung hatten und nach und nach so weit zusammengesunken sind, wie es ihre jetzige Schwere erforderte.

Die Sonne ist nicht aus einem Ringe entstanden, sondern aus demjenigen Gasball, welchen die Planeten nach Abtrennung aller ihrer Ringe übrig gelassen haben. Es ist daher wahrscheinlich, daß in der Sonne alle Stoffe von jeglichem spezifischem Gewicht, woraus unser Planetensystem besteht, gleichmäßig vertheilt sind, und ihre Dichtigkeit wird daher eine mittlere sein; d. h. addirt man die Dichtigkeiten der Planeten und dividirt die Summe durch die Anzahl der Planeten, so erhält man eine Zahl, welche der Dichtigkeit der Sonne außerordentlich nahe kommt. Der Durchmesser der Sonne beträgt etwa 200 000 Meilen, und ihre Masse überwiegt etwa 700 mal die der sämmtlichen Planeten, und dieses ungeheure Ueber-

gewicht ist der Zügel, an welchem die Sonne alle Planeten festhält, die ohne ein solches Band in dem Weltraum herumfliegen würden, bis sie in den Bereich einer anderen Sonne kämen, welche sie an sich risse, sie zu Trabenten ihres Systems machte. Nach den Ergebnissen der Spectralanalyse ist es nicht wahrscheinlich, daß die Sonne noch jetzt ein Gasball ist, sondern wir müssen annehmen, daß der Sonnenkörper sich in festem oder, was wahrscheinlicher ist, feurig-flüssigem weißglühenden Zustande befindet und umgeben ist von einer Atmosphäre, in welcher die glühenden Dämpfe der bei der Sonnentemperatur und dem daselbst herrschenden Drucke vergasbaren Substanzen enthalten sind, unter anderen die meisten der uns bekannten Metalle und der Wasserstoff.

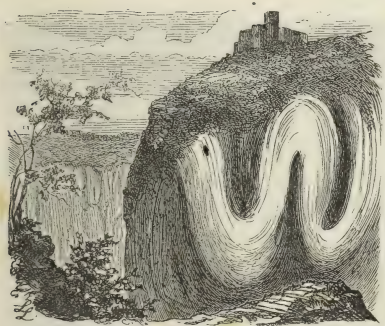
Wie schwer die Masse der Sonne ist, das hängt von dem Umfange ab, den sie einnimmt; wahrscheinlich ist auch ihr innerster Kern sehr viel dichter, als es ihrer Größe nach scheint; denn wahrscheinlich ist eben dieser Kern sehr viel kleiner, da wir — wie dies bereits zur Gewißheit erhoben ist — nicht den Sonnenkörper, sondern nur die leuchtende Atmosphäre desselben sehen; vielleicht ist, so wie der neunte und zehnte Mond des Saturn, auch die Sonne noch nicht fertig; vielleicht wird sie noch immer kleiner und dadurch mit jedem Fuß, um den ihr Durchmesser abnimmt, dichter; vielleicht geschieht dies auch jährlich um einen oder zwei Fuß: dann werden wir im letzten Falle die Sonne nach 12 000 Jahren um eine Meile kleiner sehen. Freilich dürfen wir schon daraus schließen, daß die Sonne kleiner wird, daß sie durch Strahlung fortwährend Wärme verliert und in Folge dessen sich zusammenziehen muß. Da aber sicherlich so wie auf die Erde auch in die Sonne beträchtliche Meteormassen hineinstürzen, welche mit der durch den Stoß frei werdenden Wärme ihr den Verlust an derselben wenigstens theilweise ersetzen, so wird sie am Ende aus eben diesem Grunde auch in ihrer Größe erhalten. Wie es indeß auch sei, wer wagt es zu behaupten, daß man etwaige Veränderungen in obiger Größe jemals werde messen können, und wer wagt die Möglichkeit,



Größen-Verhältniß der Sonne und der Planeten.

ja die Wahrscheinlichkeit einer solchen ferneren Zusammenziehung zu bestreiten, um so mehr, als nichts in der Welt ruht, Alles im Fortschreiten, Weiterentwickeln, im Ausbilden begriffen ist? Sehen, messen freilich werden wir es nicht, auch wenn das Schwinden der Sonne hundertmal stärker wäre als vorausgesetzt; was will das sagen: eine Meile in 120 Jahren, oder in 5000 Jahren 40 Meilen! Schwerlich werden wir jemals Instrumente erhalten, mit denen wir den Durchmesser der Sonnenscheibe bis auf 40 Meilen *genau* messen können, da die mehre oder mindere Durchsichtigkeit der Luft und viele andere Ursachen (selbst abgesehen von der Unvollkommenheit menschlicher Werkzeuge) eine so genaue Messung nicht zulassen; — und die allgemeine Gravitation? — eine Veränderung der Bahngeschwindigkeit der Planeten würde den Unterschied in der Größe nicht verrathen, da mit demselben *kein Unterschied in der Masse verbunden ist*, wovon allein die Schwere wie die allgemeine Gravitation abhängt.

Entstehung der Erde.



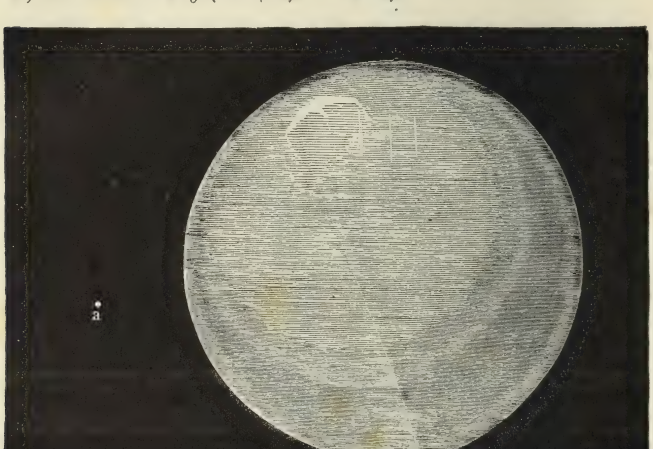
Wir gaben in dem Vorigen eine Andeutung der möglichen, wenn nicht gar der wahrscheinlichen Entstehungsart der Sonnensysteme und der ihnen zugehörigen Körper und können uns nunmehr mit der Betrachtung eines einzelnen derselben, der Erde beschäftigen. Inwiefern auf die gedachte Weise nun das Sonnensystem oder vielleicht die ganze Fixsternwelt entstanden, lassen wir dahingestellt; denn so geistreich diese Theorie ist, so sehr sie mit den Naturgesetzen und den Kräften, welche ihnen gehorchen, wie mit der Erscheinung der Nebelsterne und Sternhaufen übereinstimmt, so läßt sich die Richtigkeit derselben doch nicht mit der Schärfe darthun, welche man von einem Beweise zu fordern berechtigt ist.

Die Erde schwebt uns nunmehr als gesonderter Theil des großen Gaskörpers, als aus einem Ringe desselben zusammengeballt, vor; von ihr trennt sich noch der Mond, und ihre übrige Masse zieht sich immer mehr und immer stärker in engere Grenzen zusammen.

Alle Körper, welche wir kennen, erwärmen sich mit einem Näherrücken ihrer Theile, wie bereits bemerkt.

Die Annäherung der noch freien äußeren Theile zu den inneren, um den Mittelpunkt gelagerten Theile geschieht mit um so größerer Schnelligkeit, je dichter dieser innere Theil (der eigentlich der Hauptkörper) geworden ist, und er wird um so dichter, je schneller dieses Heranrücken aus der Ferne geschieht; zugleich wird seine Masse und damit seine Anziehungs-

fähigkeit vermehrt, so daß er mit seinem Wachsthum immer mehr fähig wird, sich zu vergrößern. Dabei wird seine Bahngeschwindigkeit wahrscheinlich nicht geändert, wohl aber wird seine Drehungsgeschwindigkeit in der Art vermehrt, wie Theile aus den äußeren Kreisen sich ihm nähern und nunmehr in kleineren Kreisen ihre frühere Bewegung fortsetzen. 50 000 Meilen vom Mittelpunkte war die Bewegung der äußersten Theile des Gasballes so beschaffen, daß sie in 27 Tagen einen Umschwung machten (der Mond); 900 Meilen vom Mittelpunkte dauert der Umschwung dieser Theile nur einen Tag (Oberfläche der Erde).



a Die Erde in ihrer jetzigen Größe im Verhältniß zu ihrer früheren als Gasball b.

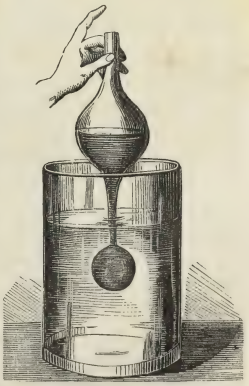
Eine Verdichtung so ungewöhnlicher Art, wie die Erde sie erfuhr, als sie von einem Gasballe mit dem Durchmesser der Mondbahn sich zu einem Balle von 1800 Meilen Durchmesser zusammengezogen hatte, muß von einer Temperaturerhöhung begleitet gewesen sein, von welcher wir Erdbewohner keinen Begriff haben, und wovon wir in der Sonne vielleicht ein Abbild sehen, deren ausgestrahlte Wärme, durch ein Brennglas von zwei Quadratfuß Oberfläche verdichtet, Gold zu schmelzen im Stande ist (bei einer Entfernung von 21 Millionen Meilen und durch einen Körper gehend, welcher einen beträchtlichen Antheil Wärme verschluckt).

Daß eine solche Temperatur genügt, um alle Substanzen, die wir

kennen, in glühendem Fluß zu erhalten, unterliegt keinem Zweifel. Auf den gasförmigen Aggregatzustand der Planetenmasse folgte also ein feurigflüssiger, und damit konnten auch die chemischen Kräfte oder Affinitäten mehr zur Geltung gelangen, da dieselben auf die Materie in flüssiger Form ernergischer wirken als in anderen Aggregatzuständen.

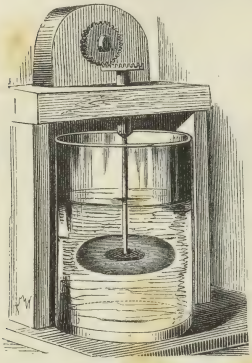
Bei jeder Temperatur ziehen die Theile der Körper sich an, nur in höherer weniger als in niederer, deshalb in Gasform weniger als in flüssiger, und in dieser weniger als in fester; Temperaturerhöhung ist überall Bedingung der Veränderung des festen Aggregatzustandes in den flüssigen und des flüssigen in den gasförmigen; nur mechanischer Druck hindert eine solche. So verdampft Wasser gewöhnlich bei 100 Grad C., unter hinlänglichem Druck bleibt dasselbe aber noch bei 200 und 300 Grad flüssig; deshalb konnte der Dunstball der Erde durch den Druck seiner Dunstmasse auf das Innere sehr wohl flüssig werden, obwohl die Temperatur durch diese Verdichtung wieder erhöht wurde und den flüssigen Körper verflüchtigt hätte, wenn dieser Druck nicht dagewesen wäre.

Ziehen die Theile der Materie sich schon in der Gasgestalt an, so wird dies bei ihrer Verdichtung zur flüssigen Gestalt noch mehr der Fall sein; dies sieht man daran, daß die Flüssigkeiten, wenn sie den zwischen ihren Theilen wirksamen Kräften überlassen werden, die Kugelgestalt annehmen, also an der Tropfenbildung; sie ist eine Function der Anziehungskraft, welche wir von der kleinsten Erscheinung bis zur größten Ausdehnung verfolgen können. Das kaum sichtbare, aus einem fallenden Quecksilberklümpchen durch Aufschlagen abgesprengte Kügelchen ist so gut ein Tropfen, wie die Planeten und Sonnen es sind. Was flüssig ist und sich frei, ohne Hinderniß, gestalten kann, das nimmt die Tropfen- oder Kugelgestalt an. Sehr schön ist dies durch Plateau's Versuche dargethan worden. In die Mitte eines Glasgefäßes mit Branntwein von solchem spezifischen Gewicht wie das Oel, mit welchem der Versuch gemacht werden soll, bringt man einen spitz auslaufenden Stechheber, der mit Oel gefüllt ist. Die Spitze des Hebers hält man in die Mitte des Glases und gestattet nun durch Hinwegnehmen des Fingers von der oberen Oeffnung dem Oel den Austritt. Alsbald wird es sich in einem Tropfen an der Mündung zeigen. Der Tropfen vergrößert sich



und kann, wenn man das Experiment behutsam macht, bis zur Größe einer wälschen Nuß gebracht werden. Dies ist die Gestalt, welche eine Flüssigkeit, sich selbst überlassen, annimmt, wenn sonst kein Hinderniß vorhanden.

Wird eine solche Oelkugel um ihre Axe gedreht, so verändert sie ihre Form; sie wird ein Sphäroid, abgeplattet an den beiden Enden, welche der Axe am nächsten liegen. Der Versuch läßt sich mit dem Oeltropfen in Branntwein machen. Einen Metallknopf befestigt man an einen Stift, welcher durch ein Uhrwerk gedreht werden kann. Diesen Knopf bringt man in die Mitte der Mischung aus Weingeist und Wasser, das Uhrwerk bleibt natürlich außerhalb, muß jedoch so aufgestellt werden, daß der Stift und die Scheibe nebst dem Knopf sich nur um seine Axe dreht, sonst keine Bewegung, keine Schwankung macht. Hat man dieses gethan, ist Alles in Ruhe gekommen, so läßt man das Oel aus dem Stechheber auf und unter den Knopf fließen, und es bildet sich nun eine Kugel um diesen Knopf und einen kleinen Theil des Stiftes.



Wird nun der Stift mit der Scheibe sehr langsam um seine Axe gedreht, so nimmt alsbald der Tropfen einen Theil der Bewegung an, und zwar um so mehr, je mehr man die Umdrehung der Scheibe beschleunigt. Sobald die Bewegung des Oeltropfens sichtbar wird, verändert sich auch seine Form: aus einer Kugel wird derselbe ein abgeplatteter Umwälzungskörper, einer Pomeranze ähnlich, wie es die sämmtlichen Planeten sind; ja, mit einiger Geschicklichkeit verfahrend, vermag man die Drehung des Tropfens so zu beschleunigen, daß seine Durchmesser sich verhalten wie zwei zu eins, daß der Durchmesser, durch den großten Umfang gelegt, nach einmal so groß ist als der durch die Axe.

Bei fernerer Beschleunigung der Bewegung wird der Durchmesser durch den größten Umfang noch größer; aber der Oeltropfen bleibt nicht beisammen, es spaltet sich ein Streifen davon ab, es trennt sich die äußerste Zone davon, der Oeltropfen wird dem Planeten Saturn ähnlich.

Hiermit wäre bewiesen, daß die Axendrehung der Körper, so lange sie im flüssigen Zustande sind, ihre Gestalt verändert, allerdings nach Verhältniß der Größe dieses Körpers und seiner Umdrehungsgeschwindigkeit, und so hat denn die Erde eine Form, welche sich der Kugelgestalt so sehr nähert, daß ihre beiden Hauptdurchmesser durch die Pole und durch den

Aequator) nur um $^1/_{300}$ von einander abweichen; aber diese Abweichung von der Kugelgestalt dankt sie, soweit dieselbe regelmäßig ist, nur ihrer Axendrehung. Nun ist die Abweichung aber nicht vollkommen regelmäßig, und dies rührt daher, daß die Erde, so lange sie eine weiche und bildsame Masse war, sich keineswegs allein unter der Einwirkung des Umschunges um ihre Axe formte, sondern daß andere Körper, Planeten, Mond, Sonne, auf sie wirkten und ihre Gestalt bestimmen halfen.

Das eben Gesagte setzt voraus, daß die Erde einst flüssig oder weich, bildsam gewesen sei. Man muß dieses annehmen, als eine Hypothese aufstellen; beweisen läßt es sich nicht. Unsere Kenntniß von dem Innern der Erde ist von gestern; was wir wissen, ist sehr wenig, was wir muthmaßen, ist um so wahrscheinlicher, je einfacher es ist, je mehr es getreu ist den Gesetzen, welche wir der Natur abgefragt haben; denn nichts berechtigt uns anzunehmen, daß die Natur jemals nach anderen Gesetzen als den gegenwärtig geltenden regiert worden wäre.

Wenn wir diese Gesetze aber zu Rathe ziehen, so finden wir: eine große Menge von Bestandtheilen der Erdoberfläche zeigt uns die unzweifelhafte Einwirkung einer großen Hitze, der Schmelzhitze, zeigt uns Ablagerungen von ungeschmolzenem Gestein darauf und abermals geschmolzen gewesene flüssige Substanzen darüber. Wir sind also berechtigt, die Hypothese aufzustellen: die ganze Erde befand sich einst in feurigem Fluß.

Nehmen wir dieses als Thatsache an, wie es denn zwar nicht strenge bewiesen, jedoch kaum bezweifelt werden kann, so folgt alles Uebrige naturgemäß aus der Anschauung von selbst. Die Erde mußte sich dann tropfenförmig gestalten, und da sie eine Rotation hat, so konnte diese Tropfengestalt nicht eine vollkommen regelmäßige sein, sie ward eine an den Drehungspunkten, an den Enden der Drehungsaxe (welche wir Pole nennen) abgeplattete. Die Erde hatte unzweifelhaft damals schon eine Atmosphäre, doch wahrscheinlich von viel größerer Ausdehnung als die jetzige, und demnächst gewiß von einer ganz anderen Zusammensetzung: sie war vielleicht kometenartig ausgebreitet, Millionen Meilen dick und bestand vorzugsweise aus Sauerstoff, mit welchem sich die vielen Metalle und Metalloide, damals glühend und geschmolzen, zu Erzen, Erden, Alkalien verbanden, wodurch der Sauerstoff in feste Form kam und die ungeheure Ausdehnung der Dampfhülle nach und nach reduzirt wurde.

Die Temperatur, welche die geschmolzene Erde hatte, ist nicht zu bestimmen; jedenfalls muß sie so hoch gewesen sein, um Lava und Basalt zu bilden, Granit zu schmelzen, also vielleicht ein paar tausend Grad über Null.

Wie lange diese hohe Temperatur gewährt hat, ist auf keine Weise

anzugeben; abgenommen muß sie jedoch haben, da die Erde, wie alle Weltkörper, in einem Raume schwebt, in welchem eine niedere Temperatur — wenigstens 60 Grad unter Null — herrscht, und ihre Wärme zum großen Theile in denselben ausstrahlte, und zwar um so schneller und heftiger, je höher ihre Temperatur war; ein Vorgang, den wir täglich beobachten können. Eine Theemaschine, mit kochendem Wasser gefüllt, verliert, wenn sie nicht durch eine Lampe nachgewärmt wird, die ersten 10 Grad von 100 bis 90 in dem vierten Theile der Zeit, als die neunten 10 Grad von 20 Grad bis 10 Grad.

Einen wesentlichen Einfluß auf die Abkühlung hatte die Atmosphäre selbst dadurch, daß ihre Substanz, die Luft, beweglich, ihre Stelle, ihre Berührungspunkte mit der Erde zu wechseln vermochte. Alle flüssigen Körper haben die Eigenschaft, von einem niederen Standpunkte, wenn sie dort erwärmt werden, aufzusteigen und einen höheren einzunehmen, dadurch oben vorhandene Theile, die kälter sind, zu verdrängen, dagegen unten, wo sie gewichen sind, Raum für nachrückende Theile zu lassen.

Unzweifelhaft mußte die Luftschicht, welche zunächst an der glühend heißen Erde lag, einen Theil dieser Glühhitze empfangen, mit derselben ausgedehnt entweichen und in höhere Gegenden rücken; dadurch ward unten Platz für die nicht so stark erwärmte, mithin schwerere Luft, welche zur Erdoberfläche sank, sich daselbst gleichfalls erhitzte und der vorangestiegenen warmen Luft nachzog u. s. f.

Was aber an derjenigen Grenze angekommen war, bis wohin die Luft wohl noch steigen, von wo sie sich aber der überwiegenden Anziehungskraft der Erde wegen nicht weiter entfernen konnte, kältete sich, gegen den Himmelsraum ausstrahlend, ab und sank dann wieder, als bei verringerter Temperatur zu schwer für die höheren Regionen, herab, um von neuen warmen Luftschichten abgelöst zu werden, welche wieder einen neuen Antheil der Erde entführter Wärme zur Ausstrahlung in den Himmelsraum herbeibrachten.

Auf diese Weise ward selbst durch den schützenden Luftmantel ein beträchtlicher Antheil der Erdwärme fortgeschafft, welcher eben durch diesen Luftmantel, wenn er nicht beweglich wäre, hätte zurückgehalten werden müssen, indem er bei einer damals wohl ungeheuren Dicke und Mächtigkeit nicht so durchsichtig war wie unsere jetzige Atmosphäre, und also die directe Abgabe der Erdwärme an den Himmelsraum durch Ausstrahlung verhinderte oder wenigstens verringerte.

Durch die allmähliche Abkühlung mußte die Erdoberfläche eine teigartige Consistenz bekommen; denn viele von den Substanzen, welche sich bilden, gehen aus dem geschmolzenen Zustande nicht gleich in den starren

über (Wasser, Eis), sondern haben eine Zwischenstufe, in welcher sie geknetet werden können (Eisen, Wachs u. a.).

Welch ein Zeitraum über solchen Veränderungen vergeht — wer wagt es, die Antwort darauf zu geben! Ein Beispiel möge genügen, um an dem Kleinsten das Größere zu ermessen. A. v. Humboldt machte nach seiner Reise in Südamerika sehr interessante Mittheilungen über den kleinen Vulkan

Der 1759 neu entstandene Berg und Vulkan Jorullo.

Jorullo, welcher im Jahre 1759 neu entstanden war. Er hatte sich in wenigen Tagen aus einer mit den tropischen Cerealien reich bepflanzten Ebene erhoben, war auf 1550 Fuß gestiegen, hatte einen gewaltigen Feuerausbruch und eine sehr starke Lavaergießung gehabt.

Als Humboldt den Vulkan besuchte, 44 Jahre nach dem Ausbruch, war die Lava in den Sprüngen noch glühend, und als 87 Jahre nach dem Ausbruch E. Schlüder Anno 1846 den Vulkan besuchte, sah er noch zwei Oeffnungen Rauch und Dampf ausstoßen; die Lava war also im Innersten nach beinahe einem Jahrhundert noch nicht erkaltet.

Aus diesem Beispiel leuchtet ein, daß ein glühender Körper, Trillionen Mal so groß als der gedachte (die Lavamasse), vielleicht Millionen oder Billionen Jahre gebraucht hat, um sich so weit abzukühlen, als nöthig, um lebende Geschöpfe aus dem Thier- und Pflanzenreich zu tragen.

Prof. Bischof in Bonn hat auf directe, von ihm angestellte Versuche über die Abkühlung großer, künstlich geschmolzener Basaltkugeln von 2 Fuß Durchmesser Berechnungen über die Zeit gegründet, welche die Erde ge-

braucht haben dürfte, um auf ihre jetzige Temperatur herabzusinken, und hat 353 000 000 Jahre gefunden. Die Zeit, in welcher die ganze Erde durch ihre innere Wärme äußerlich auch an den Polen noch ein tropisches Klima hatte, durch welches ohne Einwirkung der Sonne Elephanten, Rhinoceroten, gigantische Faulthiere darauf leben, Palmen, baumartige Farren und andere der heißesten Zone angehörige Pflanzen eben dort wachsen konnten, die Periode der Steinkohlenbildung, liegt nach diesen Berechnungen 1 300 000 Jahre von der Gegenwart entfernt.

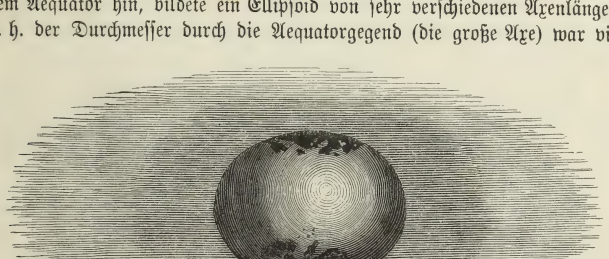
Allerdings ist schwer einzusehen, auf welche Weise der Einfluß der atmosphärischen Luft bei diesen Rechnungen hat eliminirt, aus der Rechnung als störend hat fortgeschafft werden können; denn die Erde kühlte sich im Weltraum, die glühende Basaltkugel im Luftraum, die eine im leeren, die andere im materieerfüllten ab; aber jedenfalls sind die Zahlen von Jahren nach unseren Begriffen ungeheuer.

Was sind aber für die Weltdauer Millionen Jahre? Der Eintagsfliege würde, wenn sie Verstand hätte, das Leben des Maikäfers ein ewiges scheinen, sie würde ihn zu den Unsterblichen zählen. Aber was sind wir Menschen denn anders als Eintagsfliegen in der Weltdauer?

Wir können die Lehre von Ebbe und Fluth hier nicht ausführlich behandeln. Wir wissen im Allgemeinen, daß dieselben durch Sonne und Mond hervorgebracht werden. Die Sonne war höchst wahrscheinlich früher da als die Erde, der Mond mit ihr gleichzeitig; Ebbe und Fluth hat sie also im flüssigen Zustande nicht nur so gut, sondern besser gehabt als im jetzigen festen. Wenn der ganze Körper flüssig war, so folgten alle seine Theile der Bewegung durch die Anziehung von Sonne und Mond, nicht blos die Theile seiner Oberfläche.

Diese allgemeine Beweglichkeit mag wohl der Erkaltung großen Vorschub geleistet haben, indem sie unaufhörlich neue Theile des glühend-flüssigen Innern an die Oberfläche brachte, bis vielleicht der Erdkörper in denjenigen Zustand übergegangen war, den uns das Eisen zeigt, wenn es mit großen Gabeln aus dem Frischfeuer gehoben wird, um unter dem Wasser- oder Dampfhammer zu Stangen gestreckt zu werden: noch glühend, weich, bildsam, doch nicht mehr flüssig. Nunmehr dürfte der Zeitpunkt eingetreten sein, in welchem die Erdoberfläche eigentlich starr zu werden begann, in welchem ein glühender weicher Kern von einer vielleicht auch noch — aber dunkler — glühenden, nicht mehr weichen Hülle umgeben war, die dann nach außen hin schneller erkalten konnte, da sie von innen weniger Zuschub erhielt, indeß hinwiederum das Erdinnere langsamer abkühlte als früher, wo es flüssig durch die Gezeiten bewegt, immer neue Massen an die Oberfläche sendete.

Wo die Erstarrung angefangen habe, läßt sich vielleicht aus den Naturgesetzen ergründen. Die Ansicht, daß sich zuerst ein fester Gürtel um den Aequator her gebildet habe und dann von diesem aus die Gerinnung oder Erstarrung nach beiden Seiten zu geschritten sei, hat sich ziemlich allgemein geltend gemacht, doch scheint sie sich weniger wissenschaftlich begründen zu lassen als die gerade entgegengesetzte. Ursprünglich muß die Temperatur des nicht mehr ausdehnsam-flüssigen, sondern tropfbar-flüssigen Erdkörpers überall gleich gewesen sein; bei der ungeheuren Ausdehnung der Gashülle und der daraus hervorgehenden großen Fliehkraft war die Dicke derselben sehr ungleich, die bei weitem größere Masse drängte sich nach dem Aequator hin, bildete ein Ellipsoid von sehr verschiedenen Axenlängen, d. h. der Durchmesser durch die Aequatorgegend (die große Axe) war viel



länger, vielleicht doppelt so lang als der Durchmesser durch die Polargegend (die kleine Axe); hier an den Polen war mithin die Dunsthülle sehr viel schwächer als am Aequator, und folglich war die Ausstrahlung der ungeheuren Hitze des Erdkörpers gegen den Weltraum in der Nähe der beiden Pole stärker als um den Aequator her, und so mußte sich die Erde in diesen Gegenden schneller abkühlen und von hier aus zuerst erstarren.

In dem flüssigen Erdkörper waren alle Elemente zu chemischen Verbindungen vorhanden. Daß der Urstoff, aus welchem die ganze Welt entstanden ist, die Elemente der sämmtlichen Körper in Gasform enthielt, kann nicht bezweifelt werden; daß sie bei dem Näherrücken, bei dem Bilden der Ringe und Weltkörper, bei der ungeheuren Verdichtung, welche sie durch die Anziehungskraft, durch die Schwere erlitten, in Stand gesetzt wurden, sich gegenseitig zu ergreifen, unterliegt ebenso wenig irgend einem Zweifel, und sobald die Möglichkeit vorhanden war, wurde das Mögliche durch

die Kräfte der Natur, welche sofort auftreten, wenn die Bedingungen dazu gegeben sind, vollbracht.

Die vorhandenen Stoffe, so weit wir sie aus ihren Zusammensetzungen kennen, waren vor allen Dingen der Wasserstoff, der Sauerstoff, der Stickstoff, Kohle, Kiesel, Schwefel, die alkalischen und anderen Metalle.

Aus diesen Stoffen wurden, sobald sie in eine solche Nähe zu einander traten, daß sie sich ergreifen konnten, die Erden, die Alkalien, die Säuren, und von diesen letzteren unzweifelhaft zuerst Kieselsäure und Kohlensäure; wir sehen nämlich die Kieselsäure (Kieselerde, Bergkrystall, Sand, Topas, Amethyst 2c.) in der ungeheuersten Verbreitung im Granit und anderen ähnlichen Urgesteinen; wir sehen ebenso die Kohlensäure im Kalk, vom ältesten, dem Urkalk, bis zu der Kreide und dem neuesten, dem Grobkalk, was sowohl ihre Uranfänglichkeit als ihre große Fülle beweist.

Ebenso ist es mit den Alkalien; Natron und Kali kommen in ungeheurer Menge vor, wenn schon nicht so häufig wie Kalk und Kiesel; die sogenannten Erden, Thonerde, Talkerde u. a. m., sind ähnliche, überaus häufig verbreitete Verbindungen einer metallischen Grundlage mit dem Sauerstoff.

Zwei Verbindungen desselben aber, eine mechanische und eine chemische, sind von allergrößter Wichtigkeit für die Existenz der Erde und für ihre Bewohnbarkeit: die Mengung des Sauerstoffes mit dem Stickstoff zu atmosphärischer Luft und die Verbindung mit dem Wasserstoff zu Wasser. Ohne Luft kann kein Thier und keine Pflanze athmen, ohne Wasser kann keins von beiden leben; daher mußte, wenn die Erde bewohnbar sein sollte, Beides vorhanden sein, und es war dies auch in einem so hohen Grade der Fall, daß wahrscheinlich das, was wir jetzt von beiden auf der Erde haben, nur ein schwacher Ueberrest der früher vorhandenen größeren Menge ist.

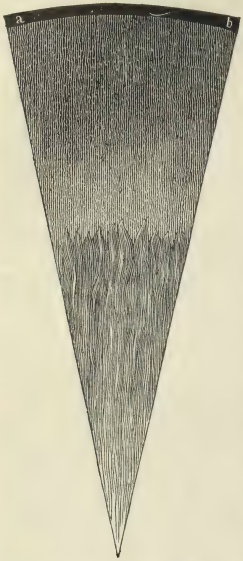
Der Sauerstoff hat zu vielen Metallen — Kalium, Natrium, Calcium 2c. — eine so außerordentliche Verwandtschaft, daß dieselben nirgends in der Natur vereinzelt, sondern immer nur mit dem Sauerstoff verbunden vorkommen, und daß, wenn eine Trennung künstlich herbeigeführt wird, die getrennten Substanzen sich sogleich wieder mit einer Begierde ergreifen, welche es sehr schwer macht, sie getrennt zu erhalten; so kann man das Kalium- oder Natrium-Metall nur dadurch in metallischer Gestalt erhalten, daß man es in einer Flüssigkeit aufbewahrt, welche keinen Sauerstoff enthält, wie z. B. Steinöl; denn bleibt es an der atmosphärischen Luft, so verwandelt es sich mit dem Sauerstoff derselben sofort in Kali oder Natron, und wird es in Wasser gebracht, so geschieht dies sogar unter Erscheinung von Feuer und Licht, unter heftiger Explosion. Alle solche Verbindungen

aber geschehen unter ähnlichen, wenn auch nicht so heftigen Erscheinungen, immer ist eine Entwickelung großer Wärme im Gefolge derselben; dies ist vollkommen geeignet, um, wenn die Verdichtung der Materie nicht schon ein genügender Grund wäre, die näher gerückten, sich ergreifenden einfachen Bestandtheile der Körper bei ihrer Verbindung in Gluth zu setzen und die Schmelzhitze, vielleicht die Siedhitze des Goldes herbeizuführen. Hieraus geht mit Nothwendigkeit hervor eine enorm hohe Temperatur des Erdkörpers sowohl als eine außerordentlich lange Dauer derselben, weil die sämmtlichen Körper, die sich verbanden, die sich oxydirten (was eine wahre Verbrennung ist), dieses nicht auf einmal, sondern nur nach und nach thun konnten, wodurch die hohe Temperatur Nahrung, Bestand erhielt. Dieser Verbindungsprozeß macht auch den Umstand erklärlich, daß wir die Erden, die schwerer schmelzbaren, strengflüssigen Substanzen, im geschmolzenen Zustande finden; im Augenblicke ihres Entstehens gingen sie durch den Prozeß der Verbindung selbst in geschmolzenen Zustand über, in welchem die hohe Temperatur des Erdkerns sie eine Zeit lang erhielt, wie sie wieder die Hitze des Erdinnern dauernd machten.

Der Erdkern dürfte wohl die Metalle enthalten; es liegt in der Natur der Sache, daß die schwersten Substanzen sich um den barocentrischen Kern, das heißt um den Mittelpunkt der Anziehungskraft eines Weltkörpers, versammeln. Vielleicht besteht das Innerste der Erde lediglich aus Platina und Gold, worüber sich dann die übrigen schweren Metalle gelagert haben, womit sie vielleicht durch die Bewegung, welche Ebbe und Fluth dem ganzen Balle gaben, zu mannichfaltigen Legirungen gemischt sind; auf diesen flüssigen Kern sanken, gleichfalls in flüssiger Form, die übrigen viel leichteren Mineralien, unter denen, wie schon bemerkt, Kiesel-, Kalk- und Thonerde, Kali, Natron vorwalten, und zwar in solchem Grade, daß die Kieselerde allein vielleicht 70 Prozent der Gesammtmasse der Erde betragen möchte, wie Burmeister annehmen zu dürfen glaubt, wozu dann die Thonerde mit etwa 16 Prozent, Kali mit 5 bis 6 und Natron mit etwa 3 Prozent kommt. Die übrigen Mischungsbestandtheile waren Kalkerde, Talkerde, Braunstein (eine hohe Oxydationsstufe des Manganmetalles) und andere Erze.

Sind hier vorzugsweise primäre Verbindungen zu finden, so werden aus ihnen nun die sekundären hervorgehen: zuerst ein Metall und der Sauerstoff, ein Alkali, eine Erde, eine Säure bildend, dann die Alkalien mit den Erden oder Alkalien mit den Säuren, Salze bildend. Das häufigste aller Salze ist das kieselsaure, eine Verbindung der Kieselsäure mit einem Alkali, ein Glas. Man nennt diese außerordentlich häufig vorkommenden Verbindungen „Silicate“ und macht sie zu technischem Gebrauche künstlich; so sind unsere Glasarten, vom ordinärsten grünen Bouteillen-

bis zum feinsten Spiegel- oder Flintglase, kieselsaure Salze, vollkommen klar, durchsichtig und farblos, wenn sie rein sind, gefärbt auf die mannichfaltigste Weise durch Metalloxyde: roth durch Gold oder Kupfer, gelb durch Silber oder antimonsaures Kali, blau durch Kobalt, violett durch Mangan, grün, braun und schwarz durch Eisen, hyacinthroth durch Mennige u. s. w. Einige dieser Verbindungen werden nur durch die Kunst hervorgebracht; allein die Natur bringt viele derselben hervor, indem sie zu den einfachen Silicaten Metalloxyde treten und sich unter einander in glühendem Fluß verbinden läßt.



Verhältniß der festen Erdkruste (a b) zu dem flüssigen Erdinnern.

Wenn das spezifische Gewicht der Körper zur Anordnung ihrer Lagerstätten thätig war, so ist begreiflich, daß die schwersten sich zu unterst setzten; so die schweren Metalloxyde und Erze zunächst den Metallen selbst, indeß die viel leichteren Mischungen, die Alkalisilicate mit geringen Beimengungen von färbenden Metalloxyden, obenauf blieben und sich vielfach unter einander mengten, weil ihre spezifische Schwere nicht verschieden genug war, um sie in dem zähen Fluß einer geschmolzenen Erdkugel regelrecht sinken zu lassen. Vorzugsweise waren es zwei Kiesel- und Thonerdeverbindungen mit Alkalien, welche in ungeheuerster Verbreitung zu finden: Feldspath und Glimmer; beide sind Mischungen von kieselsaurer Thonerde mit kieselsaurem Kali, Natron oder Kalk, an deren Stelle der Glimmer oft Magnesia enthält und danach Magnesianglimmer genannt wird, allein im Glimmer ist die Thonerde in viermal so großer Menge vorhanden. Beide Silicate gehen Mengungsverhältnisse mannichfaltiger Art unter einander und mit der reinen Kieselerde, dem Quarz, ein und bilden damit das Urgestein, jenseit dessen wir nichts mehr von dem Innern der Erde kennen, wenn nicht etwa Lava und Basalt und andere vulkanische Gesteine uns etwas davon verrathen.

Die Mengung dieser Suhstanzen, nämlich Feldspath, Quarz und Glimmer, nennen wir Granit, und es giebt eine große Anzahl von Varietäten desselben, welche sich durch verschiedene Färbung des Feldspaths und des Glimmers sowie durch Grob- und Feinkörnigkeit von einander unter-

scheiden. Das Gefüge des Granits verräth, daß hier eine Mischung keineswegs stattgefunden, sondern daß die einzelnen Silicate fertig unter einander gequirlt worden sind und sich, nicht mischungsfähig, in erbsengroßen, auch größeren und kleineren Massen gesondert haben, daher — weil die Art der Mengung in demselben Granit immer gleich ist — man sehr gut grobkörnigen vom feinkörnigen unterscheiden und dies, in technischer Beziehung wenigstens, als Kennzeichen angeben kann.

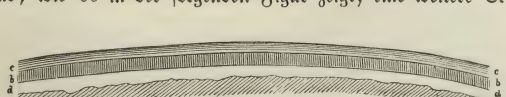
Ein dem Granit ganz ähnliches Urgestein ist der Gneis (Gneus); er besteht aus denselben Substanzen wie der Granit, nur sind dieselben viel feiner zertheilt, und da der Glimmer vorwaltet, so erhält dieses Gestein ein gewissermaßen schieferiges Ansehen, doch nicht in großen Flächen spaltbar, sondern nur unzählige, ganz kleine Glimmerblättchen zeigend.

Je nachdem der Feldspath gefärbt ist, haben die Gesteine, in denen er als Hauptmasse auftritt, auch ihre Mischungsfarben: bei grauem Granit ist der Feldspath weiß, der Quarz, wie immer, durchsichtig, der Glimmer schwarz; bei bläulichem Granit ist nur das Gefüge kleinkörniger, so daß der Glimmer durch den Feldspath durchschimmert; bei röthlichem, rothem und braunem Granit ist wiederum der Feldspath das hauptsächlich Färbende; der Glimmer erscheint mitunter auch braun, immer aber auf seinen Tafelflächen sehr glänzend, daher Unkundige ihn für Metall halten (Katzensilber, Katzengold).

Noch ein ganz ähnliches Gemisch ist der Syenit, theils zu dem Granit noch Hornblende bringend, theils aus dieser allein und dem Feldspath bestehend. Die Hornblende enthält dreifach kieselsaure Kalkerde und doppelt kieselsaure Talkerde.

Man sieht hieraus, wie einfach die Zusammensetzungen sind; sie bestehen aus ein paar Erden, Alkalien und Säuren, und diese kommen auch in anderen Gestalten immer wieder vor, überall durch hohe Temperatur geschmolzen, bei der Erstarrung, als Folge der allmählichen Abkühlung, in ein halbkrystallinisches Gefüge übergegangen.

Auf solche Art lagerte sich das zuerst Zusammengetretene vielleicht zu oberst ab, wie cc in der folgenden Figur zeigt; eine weitere Erstarrung



Erstarrte Erdrinde.

brachte darunter eine andere feste Schicht zur Entstehung, bb, woran sich, falls ihr Zeit genug blieb, die dritte dd setzte, die nach unten zu, nach aa, noch keine Grenze gefunden hat, sondern in unregelmäßigen Formen mit ihr zusammenläuft.

Wenn wir schon die muthmaßlichen Anfangspunkte der Erstarrung an den beiden Polen suchten, so kann doch damit sonst nichts gemeint sein, als daß sich dort Schollen und Tafeln von mehr oder minderer Ausdehnung bildeten, die nun auf dem glühenden Ball schwammen; dieser aber hatte eine Ebbe- und Fluthbewegung wie der jetzige Erd- und Wasserball, nur bei weitem mächtiger, mehr durch die ganze Masse dringend, dieser hatte ebenso eine Strombewegung an seiner Oberfläche wie der Wasserball, zu dem er nach und nach geworden ist.

Die Strombewegung (äußerlich immer von den Polen nach dem Aequator führend, sowie unten oder innerlich von dem Centrum nach der Polarperipherie, nach dem äußeren Umfange in der Polargegend) mußte natürlich die Schollen erstarrten Gesteins, welche auf der schweren, glühenden Masse schwammen wie Blei auf dem Quecksilber, nach dem Aequator zu führen. Dabei mochte wohl manches Stück wieder eingeschmolzen sein und zu der innigeren Mischung der ganzen Oberflächenmasse beigetragen haben; manches andere Stück gelangte doch endlich zum Aequator und häufte sich daselbst zu vorher davon getragenen, sowie später kommende sich zu diesen versammelten, und es bildete so sich eine immer stärker werdende, halb bewegliche Hülle von den Kiesel-, Thon- und Kalkverbindungen mit den Alkalien, die das erste Feste war, welches die Erde trug.

Auch bei dieser Erstarrungsperiode haben wir immer wieder von

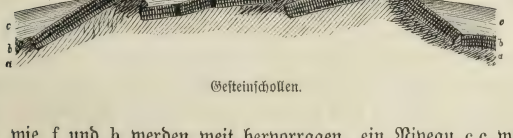
Durchbruch des flüssigen Erdinnern durch die erstarrte Oberfläche.

Millionen Umläufen des neuen Weltkörpers um die Centralmasse, welche wir Sonne nennen, zu sprechen. Allein wir müssen auch hier wieder darauf zurückkommen, daß es für die Welterschaffung so wenig wie für

die Ewigkeit ein Lang oder ein Kurz giebt, und daß in einer Dauer von 300 Millionen Jahren kein Grund liegt, die Richtigkeit einer aufgestellten Hypothese zu bezweifeln.

Wie nach und nach die Abkühlung weiter vorschritt, durch halb oder ganz fest gewordenen Gesteinmantel sich verengerte, so mag wohl anfangs derselbe die übrige, bei weitem größere geschmolzene Masse an ihrer Bewegung einigermassen gehindert, vielleicht sie nach den Polarzonen gedrängt haben, wodurch die Erde möglicherweise etwas von ihrer starken Erhebung um den Aequator verlor und sie in ihre jetzige Form gezwängt wurde, oder (wenn die Centrifugalkraft für ihre jetzige Form nicht zu groß war) es war auch ein anderer Hergang möglich. Die Umgürtung von festgewordenen Theilen am Aequator zog sich jedenfalls zusammen, wie es bei der Erkaltung nicht anders möglich ist; flüssige Substanzen aber lassen sich nur sehr wenig zusammendrücken. Wenn nun um den flüssigen Kern her sich eine erkaltende und sich verengernde Schale legte, der Kern aber nicht genügend nachgeben, nicht in einen entsprechend engeren Raum zurückgehen konnte, so mußte die Schale reißen, bersten, auf viele Meilen weit spalten oder endlich zum Theil einstürzen, indem der Kern theils durch Abkühlung, theils durch Verlust an Masse in Folge von Eruptionen zusammenschrumpfte.

Solches Bersten kann außer dem Ueberquellen, dem Eindringen der flüssigen Masse in die Spalten der festen Kruste, wie es die Zeichnung auf der vorigen Seite darstellt, auch noch andere Folgen haben, wie z. B. ein Verschieben der noch zusammenhängenden Stücke, der Fels- oder Gesteinschollen, die wie Eisschollen sich häufen oder untertauchen. Dabei wird die weiche, halbflüssige Schicht a a die festere b b verschieben, kantern;



Gesteinschollen.

Stellen wie f und h werden weit hervorragen, ein Niveau c c wird sich von den flüssigen Substanzen bald über das zertrümmerte Gestein erstrecken, Theile wie die gedachten werden als Inseln daraus hervorragen, andere wie e werden Bänke bilden, kaum von der Flüssigkeit bedeckt, noch andere steigen weit unter dieselben hernieder und bilden Abgründe.

Welche Katastrophen dies veranlaßte — ob unsere vulcanischen Eruptionen, unsere Erdbeben, unsere Donner nicht bloße Lustfeuerwerke dagegen

sind — wer mag es sagen! Daß aber solche Zerreißungen und Auftreibungen stattfanden, daß gewaltige Massen aus den Spalten hervordrangen und sich über jene ursprünglichen Erstarrungsflächen ergossen, davon haben wir in den Archiven der Urwelt beweiskräftige Aktenstücke liegen: wir sehen in den Gebirgen das Uebertreten solcher Massen deutlich vor uns, so daß wir keinen Zweifel an der Richtigkeit dieser Ansicht erheben können. Die auf diese Weise emporgedrungenen Massen nennt man Eruptivgesteine.

Bis zu dem Augenblicke, in welchem das Wasser tropfbar werden konnte, vermochte dieses, in der Atmosphäre als Dampf enthalten, nur verhältnißmäßig wenig verändernd aufzutreten; die Tropfbarkeit aber hängt von der Temperatur ab. Nicht etwa, weil nur Wasser von 80 Grad R. oder weniger tropfbar ist; dieses findet, wie wir wissen, keineswegs statt, unter höherem Druck bleibt Wasser auch noch bei mehreren hundert Graden tropfbar; allein eine dem Drucke entsprechende Temperaturerniedrigung ist jedenfalls nöthig, und bis zu dieser Temperatur mußte sich der Erdball erst wirklich abgekühlt haben, ehe Wasser, vielleicht unter hundertmal größerem Drucke, wie ihn dasselbe jetzt erleidet, flüssig wurde; dann aber war es höchst geeignet, eine weitere Abkühlung einzuleiten. Es ist begreiflich, daß jeder Tropfen, der sich bildete, wenn er die heiße Erdkruste berührte, wie auf einem glühenden Stein verflog; allein diese Operation nimmt der Stein nicht vor, ohne dafür an seiner Wärmemenge gestraft zu werden. Die Wärmemenge, welche er jetzt dem Wasser giebt, um es in Dampf zu verwandeln (wer weiß, ob unter so ungeheurem Druck nicht noch andere Verhältnisse eintraten), gehen ihm verloren, er hat so viel weniger Wärme, als er dem Wasser abgegeben hat. Dieses entweicht in Gasgestalt, um in höheren Regionen abgekühlt, als Tropfen niedergeschlagen und von dem heißen Gestein abermals verdampft zu werden, aber auch um demselben wieder eine Menge Wärme zu entführen.

Ist nun Alles rings um den Erdball so weit abgekühlt, daß Wasser unter dem Druck von vielen hundert Atmosphären in tropfbarer Form, in Masse und den Erdboden berührend, bestehen kann (wieder bei vielen hundert Graden), so wird es auch zugleich seine verändernde und zersetzende Thätigkeit beginnen und, in den Vertiefungen der festen Erdrinde sich sammelnd, große Massen ausgelaugten oder chemisch veränderten Gesteins in seinem Schooße bergen, nach und nach vielleicht weniger ein Meer von Wasser als ein Meer mineralischer Gallerte bildend, vorläufig noch nicht geschickt, etwas abzusetzen, weil es noch fortwährend in einer kochenden und sprudelnden Bewegung ist. Denn wenn auch eine Ausgleichung von Temperatur und Luftdruck in der Art vor sich gegangen ist, daß bei derselben

das Wasser bestehen kann, so findet doch auf dem heißen Erdkörper und dem hoch temperirten Wasser fortwährend eine Absorption des Sauerstoffes aus der Luft statt, welcher zu unzähligen Verbindungen unerläßlich ist, und dessen Verringerung unaufhörlich eine Ermäßigung des Druckes mit sich bringt, die sofort ein Verdampfen eines Theiles Wasser zur Folge hat, bis durch den Wasserdampf der verminderte Luftdruck ersetzt ist, wodurch denn immer wieder eine neue Abkühlung des Körpers eingeleitet wird.

Alle Stoffe der halb erstarrten Erdoberfläche, soweit sie durch Hülfe der Alkalien und der Kohlensäure im Wasser löslich sind, werden bis zur Sättigung in dem Urmeer enthalten sein müssen — es ist vor Allem eine Kieselfeuchtigkeit, ein Wasserglas. Da aber seine Auflösungsfähigkeit mit der Wärme abnimmt, die zu verringern es selbst immerfort Gelegenheit bietet, so war eine nothwendige Folge dieser Abkühlung ein Absetzen des früher aufgelöst Gewesenen, und das so Abgesetzte finden wir auf der Oberfläche der Erde als die ersten neptunischen Gebilde in den sogenannten Sedimentgesteinen.

Vollständig erklärt sind die Kiesel- und Thongebilde; die Kieselsäure ist aus ihren alkalischen Verbindungen durch Wasser ausgeschieden, ist im Wasser löslich; die Thonerde ist zwar unlöslich, jedoch so fein zertheilbar, daß sie als Trübung im Wasser schweben, bei größeren Mengen als Schlamm darin vorhanden sein kann und sich als solcher absetzt, durch Verflüchtigung des Wassers fest werdend und breitgestreckte Lager, sogenannte Straten bildend. Der Vorgang selbst heißt Stratifikation. Sehr viel schwerer ist das Vorhandensein der kohlensauren Kalkerde zu erklären, denn diese ist im Wasser nur in höchst geringem Grade löslich und ist auch nicht schmelzbar, außer im verschlossenen Raume unter gewaltigem Druck. Nehmen wir auch an, dieser Druck sei durch die Höhe der Atmosphäre in früheren Zeiten vorhanden gewesen, so erstarrt aus diesem feurigen Fluß die kohlensaure Kalkerde, doch mit krystallinischem Gefüge, als Marmor, und keineswegs so, wie wir dieselbe finden: feinkörnig, ohne Spur von Krystallisation, derb, in langgestreckten Lagern und schieferartig durch große Spaltflächen getheilt, welche ein Absetzen aus dem Wasser in verschiedenen Perioden bekunden.

Ein großer Ueberschuß von Kohlensäure macht nun allerdings auch den Kalk im Wasser löslich, und er könnte sich mit der Verminderung desselben daraus niedergeschlagen haben, wie Salz aus der eingekochten Soole. Und so mögen denn auch zum Theil die große Gebirgsstrecken bildenden Kalksteinlagen entstanden sein. Denn wenn auch von einer Verminderung des Wassers in jener frühen Erdepoche nicht die Rede sein kann, da vielmehr mit der unausgesetzt fortschreitenden Abkühlung eine Vermehrung des Wassers nothwendig verbunden ist, indem eine neue,

der Temperatur-Erniedrigung entsprechende Menge Wasserdampf sich in flüssiger Form niederschlägt, so können wir uns doch denken, daß das Wasser in seiner nimmer rastenden chemischen und auflösenden Thätigkeit die Gesteine fortdauernd auslaugte, bis es eine solche Concentration erlangte, daß der kohlensaure Kalk sich nicht mehr in gelöstem Zustande erhalten konnte, sondern sich theilweise ausschied. Zum größten Theil aber müssen wir, um die Entstehung der Kalksteinschichten zu erklären, die Thätigkeit der Organismen zu Hülfe nehmen.

Woher sie kommen, wie sie entstanden, vermögen wir nicht zu ergründen. Wie bei allem Uranfang, so auch bei dem Uranfang der Pflanzen- und Thierwelt tritt uns das schöpferische „*Werde*“ entgegen, das uns freilich so wenig begreiflich ist, wie die Annahme der Entstehung des Lebens aus unorganischer Materie; wir können mit ziemlicher Sicherheit den *Stufengang* der mineralischen, der Pflanzen-, der Thierwelt verfolgen, allein ihren *Ursprung* nicht, wir müssen uns mit dem *Anfang* begnügen.

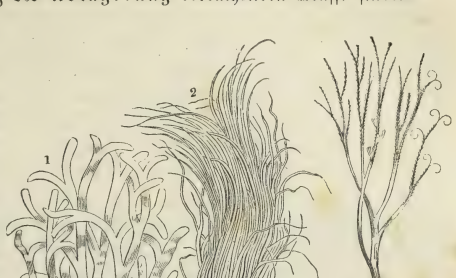
Die Frage nach der Entstehung der Organismen wird uns später noch beschäftigen; augenblicklich wollen wir uns nur mit ihrer Hülfe die

Fucusversteinerung aus dem Kalksandstein.

Kalksteinbildungen erklären, in denen wir die Abdrücke von Pflanzen und Thieren finden. Ihre Wiege ist ohne Zweifel das Meer; Algen und Tang, Fucusarten, sind die ältesten Pflanzen, deren Spuren wir verfolgen können. Der Hauptbestandtheil der organischen Wesen ist der Kohlenstoff; woher aber können sie denselben nehmen, als aus der im Wasser und der Luft enthaltenen Kohlensäure? Geschieht dies, so verliert das Wasser einen großen Theil seiner Mineralien auflösenden Kraft; nunmehr kann sich der

Kalk daraus niederschlagen, und er begräbt in seiner Masse die Ursachen seiner Ablagerung, die ersten Pflanzen, welche wir in seiner feinkörnigen, den einfachen Hergang der Ablagerung verrathenden Masse finden.

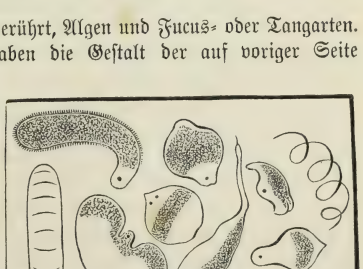
Andererseits kennen wir Kalksteinschichten, welche ausschließlich aus Schalenanhäufungen von Thieren bestehen, wie z. B. die Kreide, und manche Geologen sind sogar geneigt, allen nicht krystallinischen Kalk als ein Aggregat solcher thierischen Reste anzusehen.



Fucoiden der Devonischen Periode.

Die ersten und zartesten Pflanzen, die wir kennen, sind, wie schon oben berührt, Algen und Fucus- oder Tangarten.

Die einfachsten derselben haben die Gestalt der auf voriger Seite befindlichen Figur, welche die Copie einer Versteinerung aus dem Kalksandstein von New-York zeigt. Es sind dies schmale Bänder, welche von einem Punkte ausgehen und sich strahlenförmig ausbreiten; überall sind es ganz einfache Pflanzen, aneinander gereihte Zellen ohne eine Wurzel, aber im Meere ebenso, nur viel großartiger, einen dichten, von den Schiffen kaum zu durchdringenden Filz bildend, wie die Algen im Süßwasser. Die vorstehenden Tangarten gehören schon einer vorgeschritteneren Entwickelungsperiode an.


Mikroskopische Thiere.

Nicht weniger einfach und gleichfalls nur Zellen darstellend sind die Anfänge des Thierlebens, das sich uns sowohl noch jetzt bei den Infusionsthierchen als in den Versteinerungen der Vorwelt zeigt. Die vorstehende Gruppe solcher mit bloßem Auge unsichtbaren Geschöpfe gehört zu diesen

einfachsten Anfängen des thierischen Lebens. Im Essig, wenn er unter Zutritt der Luft längere Zeit steht, bilden sich die sogenannten Essigaale, wie die feinen Fäden oben und unten in der rechten Ecke der umstehenden Figur; die übrigen gehören zu dem wunderbaren Geschlechte der Euglena viridis, einem Aufgußthierchen, welches alle die hier gegebenen Formen nach einander in stets wechselnder äußerer Erscheinung annimmt, seine Gestalt nicht behält, sondern während seines kurzen Lebens die angeführten Formen, doch durchaus nicht in einer bestimmten Reihenfolge (etwa wie das Ei zur Raupe, diese zur Puppe und diese zum Schmetterling wird), sondern ganz unregelmäßig bald diese, bald jene zuerst durchläuft.

Auf so einfache Erscheinungen läßt sich das ursprüngliche erste Pflanzen- und Thierleben zurückführen, und man muß schon als höher organisirt diejenigen ansehen, welche, wie die Kiesel- und Kalkschalen in dem Polirschiefer und in der Kreide zeigen, eine steinerne Bedeckung, Schneckenschalen, Kieselpanzer haben.

Diese Spuren eines Pflanzen- und eines Thierlebens finden wir in allen Sedimentgesteinen *ältester* Art, vom Thonschiefer bis zum Zechstein; die älteren, die Urgesteine, enthalten keine solche Reste, ein Beweis, daß sie der Zeit angehören, in welcher wegen der hohen Temperatur der Erdoberfläche kein organisches Leben möglich war.

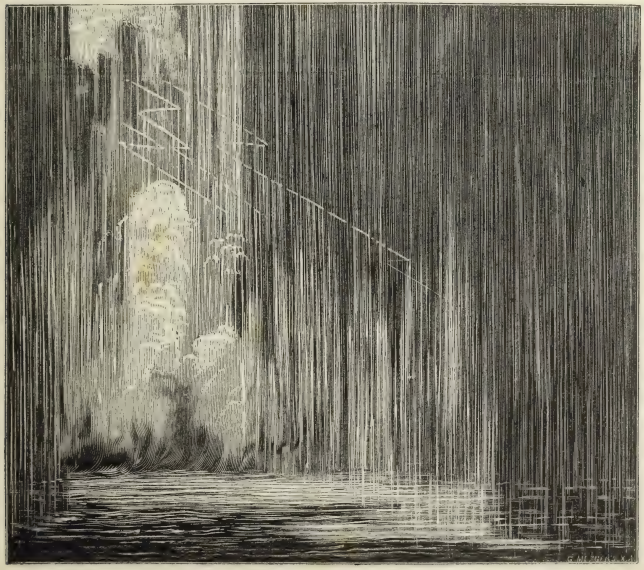
Zwischen der Bildung der Thon- und Kieselsedimente und der Bildung der Kalksedimente mögen Millionen von Jahren vergangen sein, — müssen vergangen sein, darf man beinahe sagen; denn erstens war vor Absetzung jenes Ursandes und Urthongesteines das Meer ein dicker Schlamm, in welchem kein Thier leben kann, zweitens war es heiß in einem so hohen Grade, daß dieses gleichfalls alles organische Leben ausschließt. Pflanzen und Thiere der damaligen Zeit müßten denn ganz anders beschaffen gewesen sein, die Thiere nicht zum größten Theil aus Eiweißstoff bestanden haben, welcher schon bei 60 Grad R. gerinnt, womit das Leben nothwendig aufhört; die Pflanzen scheinen noch zarter organisirt, indem sie schon sterben, wenn man sie mit Wasser von 35 Grad R. begießt.

Der heiße Erdboden hielt ferner dieses Schlammmeer in steter Bewegung, Strömung von unten nach oben, vom Aequator nach den Polen und von den Polen am Grunde wieder zurück nach dem Aequator, und erst wenn diese hohe Temperatur nachgelassen, kann an ein Absetzen der ersten Gesteinmasse gedacht werden, und diese kann folgerecht keine Organismen führen, weil, wie bereits bemerkt, das Medium selbst sowie seine Temperatur diese ausschlossen. Bevor aber der Erdkörper sich bis zu 30 Grad abkühlte — welche Zeiträume mögen darüber vergangen sein!

Wenn später der kohlensaure Kalk sich auf die gedachte Art absetzte,

so konnte sehr wohl mit ihm zugleich der schwefelsaure Kalk oder Gyps, der phosphorsaure oder Apatit, der flußsaure oder Flußspath sich bilden und niederschlagen, welches wahrscheinlich zur Entstehung der Thierwelt nöthig war; denn in flußsauren, phosphorsauren und schwefelsauren Dämpfen können Thiere nicht leben, und der Gasraum, welcher die Erde umgab, muß diese Substanzen enthalten haben, weil wir sie in den Mineralien der Erdschale finden, im Erdinnern aber außer dem Schwefel nicht, so weit wir dasselbe durch vulcanische Ausleerungen kennen.

Ein anderes Factum, daß nämlich alle Sedimentgesteine in allen Zonen der Erde und in allen Höhen gefunden werden, lehrt uns, daß



Furchtbare Wasserergießungen in der Urzeit des Erdballs.

die schaffende Ursache überall gegenwärtig war, daß das Meer, aus dessen Schooße sich jene Gesteinmassen absetzten, den ganzen Erdboden bedeckte.

Der Verfasser möchte hier nicht gern mißverstanden sein; er meint nicht, daß die höchsten Bergspitzen der Cordilleras de los Andes, der Alpen und des Himalaya-Gebirges vom Meere überdeckt gewesen sind in jener

Urzeit, sondern daß jenes Meer den ganz ebenen, kaum aus dem geschmolzenen Zustande erstarrten Erdkörper überall gleichmäßig in einer geringen Tiefe von vielleicht ein paar Fuß umgab. Bevor das Wasser in großen Massen sich sammeln, weite Strecken bedecken konnte, mußte ein Zustand der Ruhe eingetreten sein, ein Athemschöpfen der tumultuarisch arbeitenden Kräfte — ein Stillstand gewiß nicht, denn einen solchen giebt es überhaupt in der Natur nicht, wohl aber einen Absatz, eine Pause, in welcher nun andere als die wüthenden Gewalten des Feuers wirken konnten.

Diese Pause dürfte es gewesen sein, in welcher das Wasser sich niederschlug aus der dichten, damit überlasteten Atmosphäre, welche jedenfalls viel compacter war als die dunkelsten englischen Nebel, welche den Strahlen der Sonne, falls dieselbe in jener Zeit schon so weit fertig war, um Wärme und Licht auszusenden, den Durchgang verwehrte. In dieser Zeit konnte es in so ungeheuren Massen aus der Atmosphäre niederstürzen, daß unsere Zeichnung auf der vorigen Seite nur einen sehr schwachen, einen sehr unvollkommenen Begriff von solchem Naturereigniß geben kann; in dieser Zeit dürften zu dem Wasser alle die darin auflöslichen Stoffe aus der Luft getreten sein, sowie es auch von den unter ihm liegenden, seinen Boden bildenden festen Massen das Auflösliche in sich aufnahm und es bewahrte, so lange es durch das Kochen von dem innern Feuerheerde her in Wallung gehalten wurde, die es aber absetzte, sobald seine Temperatur so weit gesunken war, daß es unter dem Drucke der damaligen Atmosphäre nicht mehr kochte.

Ohne Zweifel waren jene aus dem Wasser abgesetzten Sedimentgesteine lange Zeit weich und plastisch; Erhebung von einzelnen Stellen durch Gas-

Durchschnitt eines Schieferlagers.

blasen von ein paar Tausend Kubikmeilen Inhalt, wie sie das Innere der Erde wohl bergen mochte, Einsenkung anderer Stellen dadurch, daß solche Gasblase platzte, sich gegen die Oberfläche hin entleerte, beides mochte die ersten bedeutenderen Erhöhungen und Vertiefungen in dem Boden des

Meeres veranlassen, Bänke und tiefere Stellen bilden; dies konnte aber in der Art, wie wir es vor uns sehen, im Allgemeinen nicht geschehen, wenn das zu bewegende oder zu verschiebende Gestein schon fest war. Wie wir es vor uns sehen, das heißt sanft geneigt, gekrümmt, mannichfaltig gebogen und verschoben, ohne Brüche und Zerreißungen, wie sie die vorstehende Abbildung zeigt, konnten die Lagerungen sich nicht gestalten, sobald sie fest waren, dies setzt Plasticität, Bildsamkeit voraus; da aber diese Art der Verschiebung, ursprünglich horizontaler Kalk, Sandstein und Schiefermassen, sehr häufig vorkommt, ist man gezwungen, anzunehmen, sie seien im weichen Zustande so gedrückt und geschoben worden, wogegen von der nachfolgenden Ansicht Niemand dasselbe behaupten wird. Hier sind Ecken, Kanten, Sprünge, Brüche und Zerreißungen viel zu deutlich ausgedrückt, als daß man nicht auf den ersten Blick sagen müßte, die hier geschehenen Verschiebungen (sie stellen den Durchschnitt des Kohlenlagers von Vieille-

Durchschnitt eines Steinkohlenlagers.

Pompe in Frankreich, Departement der Saone und Loire, dar) hätten zur Zeit der Starrheit der Erdrinde stattgefunden.

Die ersten Veränderungen der ebenen Erdoberfläche erfolgten also in dem noch weichen Zustande der Sedimentmassen, denen, auch wenn sie ganz frei von Thon sind, eine gewisse Plasticität nicht abzusprechen ist, wenn schon nicht vergleichbar mit der des weichen Thones; ein Jeder weiß aber aus den Spielen seiner Kinderjahre, daß man nassen Sand in jede beliebige Gestalt bringen kann, und der Former in den Metallgießereien macht von dieser Eigenschaft einen sehr allgemeinen Gebrauch. Indessen wird in neuerer Zeit von mehreren Geologen die Ansicht verfochten, daß auch in den festgewordenen Gesteinen solche Verschiebungen, Faltungen, Stauungen durch seitlichen Druck erfolgen können, und man ist heutzutage geneigt, die Entstehung der Gebirge überhaupt auf solche Horizontalschiebungen zurückzuführen.

Waren die oben geschilderten Veränderungen mit der Erdoberfläche vorgegangen, so entstanden daraus unterseeische Berge und Thäler; aber das Alles nivellirende Meer fand nun um so häufiger Angriffspunkte zur Wiederaufnahme

der kaum abgesetzten Stoffe, und wo die Erhebungen so stark waren, daß sie die Oberfläche erreichten, oder wo die Hebung zugleich mit einem Durchbruch des Erdinnern an die Erdoberfläche verbunden war, fand dieses in noch höherem Grade statt, weil entweder die Luft zersetzend zugleich mit dem abspülenden Wasser wirkte, oder weil dem Wasser neue Stoffe geboten wurden, die es abschleifen, mit den andern Sedimentstoffen verbinden oder in diese vergraben, einbetten konnte.

Daß die Erstreckung der ebenen Erdoberfläche eine sehr ausgedehnte gewesen, das beweisen die vorhandenen Sedimentgesteinlager, welche zum Theil Hunderttausende von Quadratmeilen in wirklich oder doch beinahe wagerechter Schichtung einnehmen, durch unterirdische Gewalten nicht gestört, so in Nordafrika, Nordasien und Nordamerika.

Daß aber Erhebungen nothwendig Vertiefungen mit sich brachten, leuchtet ohne allen Beweis von selbst ein; denn dadurch, daß einige Stellen höher werden, sind naturgemäß die anderen Stellen tiefer. Schreitet der Bildungsgang der Erde fort, so werden sich Erhöhungen an Erhöhungen reihen, wir werden zuerst einzelne Inseln, dann Inselgruppen wahrnehmen; die Gruppen verdichten sich, mehrere Inseln verbinden sich durch Landzungen, bilden einen Continent, und bei gleichmäßiger Erhebung immer ausgedehnterer Strecken sind die zuerst erschienenen Inseln auf dem Continent nunmehr Berge und die Inselgruppen Gebirge.

Sehr wahrscheinlich wird aber die Hebung großer Striche nicht gleichmäßig sein; es steigen vielleicht die Ränder solches werdenden Continents als noch mehr bildsam, wie die schon längere Zeit trocken liegenden und daher verhärteten, widerstandsfähigeren Massen im Mittelpunkte, höher empor, indeß die eingeschlossenen Theile zurückbleiben. Dadurch sondern sich Hochländer von Tiefländern, dadurch bilden sich Küstenketten, die ein Flachland einschließen, auf welchem vielleicht, wenn die Mitte noch unter Wasser war, indeß die Ränder bereits emporstiegen, Reste des ehemals Alles überfluthenden Meeres zurückblieben, vielleicht keinen Abfluß hatten, wie der Caspische und Aralsee in Asien, der Salzsee in Amerika.

Sind solche Unebenheiten vorhanden, so wird vor Allem das Meer aus dem ungestörten Besitz des Ganzen vertrieben, beschränkt auf die tieferen Stellen, woselbst es nun, relativ vermehrt, desto stärker wirken kann, unaufhörlich an der Gestaltung der Küste arbeitend; dann aber wird auch derjenige Theil des Landes, welcher nicht mehr durch die Wogen der See erreicht wird, seine kaum vollendete Bildung in steter und ununterbrochener Umwandlung verändern sehen — wodurch, wenn das Meer ihn nicht mehr erreicht? — durch die Niederschläge der Atmosphäre.

Gewaltiger und gewaltthätiger als jetzt, tumultuarisch in einem schwer-

lich zu ermessenden Grade waren die Vorgänge in einer Atmosphäre von solcher Dicke und Dichtigkeit, wie wir sie voraussetzen müssen; die Niederschläge aus derselben füllten die Vertiefungen erst einzeln bis zum Ueberlaufen und bildeten dann von dem Zeitpunkt des Ueberströmens aus einem Becken in das andere bis zu späteren neueren Revolutionen ein eigenthümliches See- und Flußnetz über den ganzen, vom Meere entblößten Theil der Erdoberfläche, so die Gestalt, welche dieselbe gegenwärtig hat, gewissermaßen vorbereitend und eine Bewohnbarkeit, welche der Erde damals noch nicht zukam, ermöglichend und vermittelnd, indem unfruchtbares Gestein durch Verwitterung zerkleinert, durch den Regen abgespült und in die Ebenen und Vertiefungen getragen wurde, wodurch den sich dereinst entwickeln sollenden Pflanzen ein fruchtbarer Boden gebildet und eine Nahrung künftiger Thiere vorbereitet wurde — wie z. B. das folgende Kärtchen eine Idee giebt von der Gestalt, welche Deutschland hatte, als sich die Kreide aus den kalkschaligen Seethierchen bildete. Das schwarz Gezeichnete war damals Land, jetzt ist es zum Theil Hochland. Das

Deutschland zur Zeit der Kreideformation.

weiß Gelassene war Meer, das Land war also viel kleiner. An Dresden, Prag, Nürnberg war begreiflicherweise noch nicht zu denken, aber der Platz dazu war doch schon vorhanden. Das ganze Flachland von Holland, Friesland, Hannover, der Mark, Pommern (und Polen und so immer fort bis nach Rußland hinein) aber war Meeresboden und erhob sich erst viele Jahrtausende später aus diesem Meere. Die Kreideformation erkennt

man überall, so auf Rügen wie in Dänemark, an den weißen baltischen und nordischen Küsten.

So entstanden nach und nach durch die verschiedenen wirksamen Ursachen in unterster Reihe die Urgesteine, alle durch Feuersgewalt gebildet, geschmolzen, darauf die verschiedenen Niederschläge aus dem Meere und endlich diejenigen aus dem süßen Wasser. Nach ihrem Alter nennt man sie Urgesteine, primäre, secundäre, tertiäre Formationen, nach ihrer Entstehungsweise plutonische (solche, die aus der Erdhitze ihre Beschaffenheit herleiten), neptunische (Meeresablagerungen), vulkanische (nach der Erstarrung der Erdrinde über dieselbe erhoben), Diluvial- und Alluvialprodukte (von dem Diluvium, der Eiszeit und den darauf entstandenen Fluthungen (Sintfluth) herrührend und durch Alluvium, Anschwemmungen gebildet). Daß diese Andeutungen nicht genügen, versteht sich von selbst und werden wir dem Gegenstande dieser letzten Zeilen einen ganzen Abschnitt zu widmen haben, wollen jedoch jetzt zu den wahrscheinlichen Vermittlern der Umbildung der Erdoberfläche, zu Pflanzen und Thieren, übergehen und die Ausführung des letztgedachten Gegenstandes einer späteren Abtheilung des Buches überlassen.

Bevölkerung der Erdoberfläche.

Das höchst skizzenhafte Bild, welches wir von der Entstehung der Erdoberfläche vor uns haben, umfaßt den unermeßlichen Zeitraum von der ersten Entstehung der Erde als selbstständigen Körpers (Dunstball) bis zu seiner endlichen festeren Gestaltung und zur Bewohnbarkeit. Was wir von diesem Zeitraume sagen, wissen wir nicht, sondern muthmaßen wir. Es kann so gegangen sein, denn so wäre es den von Anbeginn vorhandenen Naturgesetzen gemäß; allein es muß nicht gerade so gegangen sein, denn wir kennen wahrscheinlich noch nicht alle Gesetze; wir haben für Vieles, was um uns her vorgeht, gar keine Sinne, oder wenn wir sie haben, sind sie zu grob, um aufzufassen, was vorgeht.

Ein Beispiel möge dies erläutern. Wir sehen den Hund, das Pferd laufen, wir sehen sogar die Schnecke kriechen, wir haben also in unserm Auge einen Sinn für das Maß der Bewegung, d. h. des Pferdes, der Schnecke — aber nicht mehr für den Blitz, er ist uns zu schnell, und nicht mehr für das Wachsthum der Pflanze, es ist uns zu langsam. Ein rasch wachsender Kürbis auf gutem Boden, von Sonne und Regen begünstigt, macht in drei Monaten zehn, auch mehr Ranken von funfzig Fuß Länge, eine solche Ranke wächst also täglich mindestens sechs Zoll; aber wir sehen es nicht, wir nehmen nur wahr, daß es geschehen ist, nicht, daß es geschieht.

Ebenso wenig fühlen wir den Umschwung der Erde oder das Fortlaufen auf ihrer Bahn. — Beides ist vorhanden, es finden sogar Erschütterungen statt, die Erde schwankt, wie durch Beobachtungen ausgemittelt ist, in ihrem Laufe; wir haben wohl ein Gefühl von dem Wanken des Wagens, in welchem wir eine Meile in der Stunde fahren, aber kein Gefühl für das Zittern der großen Kutsche, auf deren Imperial wir sitzen,

für das Zittern der Erde, welche in einer Stunde 17,000 deutsche Meilen macht. Unser Gefühl ist nicht fein genug.

Das sind unvollkommene Sinne; allein es giebt auch Erscheinungen, für welche unsere Sinne nicht etwa zu grob sind, sondern für welche wir gar keinen Sinn haben. Was lehrt uns, ob ein Stück Stahl Magnet ist oder nicht? Wir können das nicht sehen, nicht hören, nicht schmecken, riechen und fühlen; der magnetisirte Stahl ist so glatt oder so rauh wie der unmagnetisirte, er ist weder länger noch kürzer, er sieht gerade so aus wie jener, er hat kein anderes Gewicht, keinen veränderten Klang erhalten; um zu wissen, ob das Stück Stahl magnetisch ist, muß man ein Experiment damit machen; ohne ein solches würde der Mensch, dessen Sinne die schärfsten sind, den Magnetismus in dem Stahle nicht entdeckt haben. Ja, man hat die Kraft des Magnetes gekannt, und es hat doch beinahe 2000 Jahre gedauert, bevor man eine von seinen einzelnen Eigenschaften entdeckte, die Richtung desselben von Süden nach Norden.

Noch eine andere Thätigkeit in der Natur, überall vor sich gehend und vielleicht die wichtigsten physikalischen Momente bedingend, ist eben deshalb, weil wir keinen Sinn dafür haben, bis in unsere Zeit verborgen geblieben: der innige Zusammenhang zwischen Wärme, Elektricität und Magnetismus, vermöge deren eine dieser Kräfte die andere ersetzt und erzeugt. Erst im Jahre 1819 und 1820 entdeckte zufällig Oersted den Elektromagnetismus und, emsig forschend, Seebeck den Thermomagnetismus, und doch sind die Thätigkeiten wirksam, ununterbrochen und im größten Maßstabe wirksam gewesen, seit es verschiedene Temperaturen gab und verschiedene Substanzen, welche sich berührten; ja, die Thätigkeiten sind so mächtig und so großartig, daß mancher Naturkundiger sogar die Bewegung der Erde und der Himmelskörper von ihnen ableiten zu können glaubt.

Wenn nun kein Mensch durch seine Sinne im Stande ist, einen Draht, durch welchen der mächtige galvanische Strom von einer hundertpaarigen Batterie braust, von einem andern indifferenten zu unterscheiden; wenn Niemand ohne Experiment die magnetische Wirkung eines thermoelektrischen Apparats*) zu entdecken vermag; ja, wenn abgesehen von diesen verborgenen

*) Ein Apparat aus mehreren Stücken ungleichartigen Metalls, gewöhnlich Antimon und Wismuth, zusammengelöthet und so empfindlich, daß der tausendste Theil eines Thermometergrades Unterschied zwischen seinen beiden Löthstellen sich daran messen läßt. Dieser geringfügige Unterschied macht den Apparat elektrisch, und eine mit demselben verbundene Magnetnadel zeigt durch ihre Abweichung östlich oder westlich von ihrem ursprünglichen Standpunkte Erwärmung oder Erkältung an, und es ist wahrscheinlich, daß diese Thätigkeit es ist, welche den Magnetismus der ganzen Erde bedingt. Siehe die Abhandlung über den Magnetismus im zweiten Bande von Zimmermann's Erdball.

Thätigkeiten, so große, über das Weltall verbreitete, wie Schwere oder allgemeine Gravitation, deren Gesetze noch dazu mit leuchtenden Zügen am Himmel geschrieben stehen, erst von Galilei und Newton und erst vor ein paar hundert Jahren gefunden wurden, indeß jeder Mensch ihre Wirkungen fühlt, sieht und die größten Gelehrten aller Jahrtausende sie seit undenklichen Zeiten mit Hülfe der Mathematik am Himmel aufsuchten und verfolgten: so darf es uns gar nicht wundern, die Behauptung zu vernehmen: wir kennen wahrscheinlich noch nicht alle Naturgesetze, wir werden vielleicht dereinst neue entdecken und finden, daß unsere auf die bisher gekannten gestützte Anschauungsweise eine irrige war.

Wir müssen es daher unterlassen, eine Hypothese über die Erdbildung unter der Behauptung, sie sei eine vollkommen naturgetreue Darstellung des wirklichen Herganges, zu geben, und uns mit dem begnügen, was als Muthmaßliches oder Wahrscheinliches vor uns liegt.

Wir befinden uns auf dem Gebiet der Mythe, sollen wo möglich das Wahre vom Falschen sondern und haben dabei die unangenehme Aufgabe, die Fabel von ihrem schönsten Schmucke, von dem Schmucke der Dichtkunst, zu entkleiden, und dies wird manchmal schwer genug. Wie in der Urgeschichte der Menschheit, welche auch in das Gebiet der Mythe hineinreicht, ist oft Wahrheit und Dichtung so in einander verschlungen und verwebt, das Erzählte so sehr möglich, das Wahre so schwer vom Erfundenen zu trennen, daß man den ganzen Versuch aufgeben muß.

Anders ist es mit der neueren Geschichte; hier sind Dokumente und ganze Archive voll von Dokumenten. Wem sie zugänglich sind, der sieht klar vor sich aufgerollt das Buch der Thatsachen.

War das bisher Erzählte die mythische Geschichte der Erde, die alte Geschichte mit Fabeln verwebt, wie die griechische, worin der Argonautenzug, der Fall von Troja, wie die viel neuere römische, worin der Sohn des Mars, worin die göttliche Freundin des Numa eine so wichtige Rolle spielten, so ist das nunmehr Folgende die mittelalterliche Geschichte der Erde. Wir werden dieselbe nicht schreiben, wie man die neuere Geschichte der Menschheit so häufig beschrieben sieht: aus Zeitungsnachrichten, wir werden uns nach den Schlüsseln zu den Archiven umsehen. Allerdings sind diese Archive sehr weitläufig, und es kann daher wohl kommen, daß wir Manches übersehen bei dem ungeheuren Schatz von Nachrichten, welche in dem Geschiebe und Gerölle des Tieflandes, in den weitgestreckten Gesteinmassen der Hochländer und in den steil aufgerichteten Gebirgsstrecken der Alpen niedergelegt sind. Das Wichtigste und am meisten Bewahrheitete werden wir jedoch zusammentragen und in möglichst faßlicher Weise zu geben suchen.

In unzähligen Versteinerungen von Geschöpfen — den jetzt lebenden nur zum Theil ähnlich, zum größten Theile ganz unähnlich und nur fern verwandt — sehen wir die Abdrücke, die mitunter vollständig und wohlerhaltenen Bildungen einer untergegangenen Pflanzen- und Thierwelt.

Eine wichtige Frage ist: woher kamen diese Thiere, wie entstanden sie? Die Annahme, daß Gott sie willkürlich geschaffen, ist nicht nur zu wenig befriedigend, sondern zu unwürdig. Der große Weltgeist, welcher Sonnensysteme und Milchstraßen schuf, kann sich mit Töpfergeschirr — wozu wir nach dieser Ansicht werden — unmöglich abgeben, kann auch nicht Proben von Thieren machen und sie laufen lassen, und sehend, daß sie *nicht* gut seien, andere machen, die *besser* sind.

Die ganze Ausdehnung dessen, was wir unter dem Worte Universum nur höchst unvollkommen zusammenfassen, indem wir die Unendlichkeit dieses Begriffes nicht in uns aufzunehmen vermögen, wird nach ewigen, unveränderlichen Gesetzen gebildet, geordnet, regiert; — wie möchte da eine Ausnahme denkbar sein! Wir Menschen haben es aber an uns, dasjenige, was *wir* nicht begreifen können, für unmöglich zu halten, weil wir immer von *uns* ausgehen und uns zur Norm für alles Uebrige machen. Dies ist jedoch so thöricht als unstatthaft, selbst wenn es von großen Gelehrten ausgesprochen werden sollte.

Der Verfasser erinnert sich, in einem streng wissenschaftlich gehaltenen Werke vom Jahre 1854 die Bemerkung gefunden zu haben, daß Gott die Pflanzendecke der Erde in der Urzeit so überaus üppig habe wuchern lassen, um daraus die Stein- und Braunkohlen zu bilden, weil er in seiner Weisheit vorhergesehen, daß der Mensch schlecht mit den Wäldern seiner Zeit umgehen und dann an Holz Mangel leiden werde. Diese vollkommen ernsthaft vorgetragene Lehre ist doch höchst komisch; es drängt sich die Frage unwillkürlich auf: warum hat Gott nicht lieber den Menschen, dessen Thorheit er voraussah, weise geschaffen, als daß er viele Jahrtausende von üppiger Vegetation zu neunundneunzig Hunderttheilen untergehen ließ, um ein Hunderttheil dem thörichten Menschen für seine Hochöfen und seine Sodafabriken zu reserviren? Wenn ein Kind gefragt würde: wozu hat Gott die vielen Bäume im Walde wachsen lassen? und es erwiderte: „damit wir Kinder Versteckens spielen können, oder damit wir Weihnachtsbäumchen haben," so wäre dies nicht im mindesten thörichter als die obige Annahme.

Wir kennen an dem, was wir Materie, Substanz nennen, gewisse Gesetze, nach denen sich dieselbe verhält, anzieht, bewegt. Diese Gesetze sind mechanische, und sie lassen sich unter Ausdrücke bringen, welche die Mathematik verstehen lehrt.

Die Materie hat aber auch noch andere Eigenschaften, welche sich bisher nicht in mathematische Formeln bringen lassen, obwohl die Anstrengungen der neueren Chemie darauf gerichtet sind; diese Eigenschaften sind die Verbindung zweier *einfacher* Stoffe zu einem von beiden verschiedenen dritten zusammengesetzten Stoffe, in welchem das Wesen der Grundbestandtheile untergegangen ist. Der luftförmige Körper Sauerstoff und das Metall Calcium bilden eine Erde, die Kalkerde; der Sauerstoff und das Eisen bilden Rost u. s. w.

Man nannte dies Eingreifen zweier Stoffe sonst mit einem jetzt allerdings meist verworfenen, doch sehr bezeichnenden Ausdruck: „*Verwandtschaft*".

Wenn aber schon gebildete Verbindungen zu einander kommen und daraus neue Verbindungen in der Wechselwirkung auf einander entstehen, so nennt man die Thätigkeit, welche sich dabei zeigt, *Wahlverwandtschaft*, und zwar einfache und doppelte. *Einfache* Wahlverwandtschaft, wenn die verbundenen Körper durch einen dritten hinzukommenden getrennt werden, eine neue Verbindung entsteht und ein früher verbunden gewesener Körper ausgeschieden wird. Schwefelsäure hat zum Kupfer eine gewisse Verwandtschaft; sie bildet, indem sie das Kupfer auflöst, Kupfervitriol. Bringt man zu dieser Verbindung von Schwefelsäure und Kupfer ein anderes Metall, z. B. Gold, Silber, so wird die Verbindung unverändert erhalten; man sagt: die Schwefelsäure hat zum Kupfer größere Verwandtschaft als zum Golde, zum Silber. Bringt man jedoch *Eisen* zu dieser Verbindung, augenblicklich entsteht eine *Zersetzung der vorhandenen* Verbindung, und es wird eine *neue* eingeleitet. Die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Eisen und läßt das Kupfer, mit welchem sie verbunden war, frei, so daß es metallisch erscheint (gewöhnlich als Ueberzug des Eisens).

Doppelte Wahlverwandtschaft ist diejenige, bei welcher *zwei* verbunden gewesene Paare sich scheiden, um *gegenseitige* Verbindungen einzugehen. Bringt man eine Auflösung von schwefelsaurem Natron mit salzsaurem Baryt zusammen, so verbindet sich die Salzsäure mit dem Natron und läßt den Baryt frei, ebenso verbindet sich die Schwefelsäure mit dem Baryt und läßt das Natron frei, die geschiedenen Paare verheirathen sich über's Kreuz.

Alle diese Verbindungen geschehen nach *gewissen Gesetzen*, und die Körper, welche entstehen, haben *gewisse Formen*; die ganz einfachen (d. h. nach unseren Kenntnissen noch so genannten) Stoffe schon haben solche bestimmte Gestalten, welche gradlinig und vielwinklig begrenzt sind und Krystalle heißen; rundlinig begrenzt ist keine einfache Substanz, rundlinig begrenzt ist kein Krystall; doch ist zu bemerken, daß der Diamant,

der reinste Kohlenstoff, den wir kennen, gewöhnlich krumme Flächen zeigt. Wenn zwei solche einfache Substanzen sich chemisch verbinden, so entstehen wieder Krystalle von anderer Art.

Man kennt gegenwärtig etwa 65 einfache Stoffe; sie bilden sich zu unzähligen Körpern verschiedener Art aus, sie nehmen mitunter keine Krystallform an, wie z. B. kieselsaures Kali oder Glas; aber dann nehmen sie die Form des Gefäßes an, in welches man sie gießt, wie flüssiges Wasser, oder die Form, die man ihnen künstlich giebt, und gehören als Kunstprodukte nicht mehr unter die Gegenstände unserer Betrachtung.

Von den 65 einfachen Stoffen gehen vier, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, unter einander noch besondere Verbindungen ein, welche niemals eckig, von geraden Linien und Flächen sind, sondern in ihren kleinsten Theilchen, soweit wir sie verfolgen können, immer rund begrenzte Körper bilden. Für das Auge giebt es also bei den verschiedenen Körpergruppen ein sicheres Merkmal, wonach man sie von einander unterscheiden kann; die eine Gruppe ist immer eckig begrenzt, man nennt sie anorganisch, die andere ist immer rund begrenzt, man nennt sie organisch. Das sind diejenigen, welche den Pflanzen- und Thierkörper zusammensetzen.

Das Unterscheidungszeichen ist zwar schlagend, und man darf es wohl festhalten, allein es giebt noch mehrere, welche zur Vervollständigung des Begriffes sehr nothwendig sind.

Anorganische Körper sind entweder ganz flüssig (Wasser, Quecksilber, Luft) oder ganz fest (wie die Metalle). Es giebt auch anorganische Körper, welche aus flüssigen und festen Theilen bestehen, wie z. B. Kochsalz oder Kupfervitriol; aber diese Körper haben eine solche Zusammensetzung, daß der luftförmige und feste oder der flüssige und feste mit einander wieder einen festen Körper bilden. Organische Körper, Organismen, sind niemals nur flüssig oder fest, immer bestehen sie sowohl aus festen als auch zugleich aus flüssigen Theilen. Selbst das Thier, welches aus lauter Wasser zu bestehen scheint, irgend ein gallertartiges Weichthier, wie das Meer deren unzählige birgt, hat dies Wasser eingeschlossen in einer festen Hülle, und selbst die festen Bestandtheile des thierischen Körpers, die Knochen, das Horn, haben Fette und Gallerte in einer harten Masse eingeschlossen.

Ein sehr unterscheidender Charakter für organische und anorganische Körper ist also Zusammensetzung der ersteren aus flüssigen und festen Substanzen, und daraus hervorgehend Biegsamkeit; für die anorganischen dagegen eines oder das andere, und daraus hervorgehend Starrheit oder das völlig Entgegengesetzte, Zerfließbarkeit (Wasser und Luft).

Ein dritter wesentlicher Unterschied ist der, daß die anorganischen Körper immer ein Ganzes sind, indeß die organischen immer, wenigstens

im Gegensatz zu den anorganischen betrachtet, aus *Theilen*, aber aus ungleichartigen, bestehen (daher der Name organische, d. h. gegliederte). Wenn man einen Krystall von rhomboidischem Kalkspath klüftet (nicht zermalmt, sondern spaltet), so erhält man viele kleinere Krystalle von derselben Form; wenn man dies fortsetzt, so weit die menschliche Geschicklichkeit und die menschlichen Werkzeuge ausreichen, so erhält man immer wieder dieselbe Form; nicht so ist es mit den organischen Körpern. Zertheilt man einen Grashalm, ein Thier, so erhält man lauter *ungleichartige* Stücke: Blätter, Stengel, Wurzel, Aehre, in der Aehre Hülsen und Kerne, darin Mehl u. s. w., oder bei den Thieren Kopf, Füße, Rumpf.

Organische Körper haben Theile (Glieder) von *verschiedener* Form, anorganische lassen sich theilen mit stets gleichbleibender Form: organische Körper können verstümmelt werden durch Theilung, anorganische bilden immer ein *Ganzes*.

Weiter gehend auf den gegebenen Spuren, finden wir bei der Zergliederung organischer und anorganischer Körper eine bis in die kleinsten Theile hinabreichende Verschiedenheit der Zusammensetzung. Alle organischen Körper sind in ihren einzelnen Punkten von *ungleichartiger* Beschaffenheit, indeß die anorganischen bis zu den größten Massen, die wir finden, von *gleichartiger* Beschaffenheit sind. Die Theile der letzteren sind homogen, d. h. welches Stück eines krystallisirten Körpers man auch nehmen möge, es gleicht in seiner inneren Beschaffenheit jedem beliebigen anderen Stücke, indeß der organische Körper durchaus heterogen (ungleichartig) ist; nicht nur Theile im Großen, Rinde, Mark, Blüthe oder Knochen, Fleisch lassen sich von einander auffallend unterscheiden, sondern auch die endlichen kleinsten Theilchen, aus denen schließlich Alles besteht, die Zellen, haben noch innerhalb ihrer flüssigen Protoplasma-Masse einen Kern und sind umgeben von einer Haut, einer Wandung von anderer Substanz, als der Einschluß dieser Wandung ist. Indessen giebt es auch hier eine Ausnahme; wir werden später Wesen kennen lernen, welche lediglich aus Protoplasma-Masse bestehen und so nur ein Schleimklümpchen darstellen.

Einer der wichtigsten Unterschiede zwischen organischen und anorganischen Körpern ist, daß die ersteren *wachsen*, die anderen *nicht*. Niemand hat noch einen Krystall entstehen sehen; selbst in der Beleuchtung des Sonnenmikroskopes *wird* der Krystall nicht, sondern er *ist da*; er wächst nicht, sondern es reiht sich ein fertiger Krystall an einen andern fertigen. Nicht so mit den organischen Körper; da ist nichts fertig, da wird Alles atomistisch gebildet. Der organische Körper (die Pflanze, das Thier) nimmt Stoffe auf, welche ihm brauchbar sind, und *verwandelt* sie in solche, woraus er selbst besteht. Im Dünger und der Erde, welche die Weizen-

ähre nähren, ist kein Stärkemehl vorhanden, aber das Stroh, der Urin, der Thon oder die Erde, worauf die Pflanze steht, wird zersetzt, in Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff verwandelt, und aus diesen Stoffen und dem Alkali des Thons und dem Kiesel des Sandes erst schöpft der Keim der Pflanze seine Nahrung; allein er nimmt nicht die Kohle und den Kiesel auf, wie sie dort sind, frei und einzeln, sondern er verwandelt sie in kleine Bläschen, die wir Zellen nennen, und diese Bläschen reiht der Keim an einander und bildet so nach und nach immer größere Theile, welche alle aus solchen Zellen einzeln zusammengesetzt sind; ebenso geschieht es bei den Thieren.

In diesem Vorgange ist die Existenz der organischen Körper bedingt; hindert man denselben, so hören sie auf. Man nennt diesen Vorgang „*Wachsthum*" — Steine *wachsen nicht*. Anorganische Körper vergrößern sich durch Aneinanderlagerung gleichartiger Theile; doch ist es bemerkenswerth, daß, wie zuerst Jordan 1842 und nach ihm viele andere Forscher beobachteten, ein verstümmelter Krystall, in die Lösung gebracht, sich wieder ergänzt. In jedem Falle gehört das Wachsen unter die wichtigsten Kennzeichen des Organismus. Alles Anorganische ist bleibend, alles Organische ist wandelbar. Ein Krystall, wenn nicht äußere Einflüsse ihn zerstören, bleibt immerfort, was er ist und wie er ist; ein organischer Körper bleibt nicht eine Stunde, nicht eine Secunde, wie er ist, es findet ein unaufhörlicher Stoffwechsel statt, es geht unaufhörlich ein Theil dessen, was den jetzt vorhandenen organischen Körper bildet, für ihn verloren, es wird fortwährend Anderes dafür aufgenommen; mit dem Aufhören dieses Stoffwechsels ist ein Aufhören dieses organischen Körpers als solchen nothwendig verbunden, er wird dann anorganisch; wir sagen, er stirbt. Dies Aufhören heißt der Tod. Da aber von der Materie im Weltraum nichts verloren geht, so hört auch mit dem Tode die *Materie* des organischen Körpers so wenig auf wie die des anorganischen Körpers, welcher nicht stirbt; sie verwandelt sich nur rückwärts. Zuerst wurden die Urstoffe: Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, bei den Thieren noch Kalk und Schwefel, bei den Pflanzen Kiesel (zur Bildung der festeren Theile, Knochen, Rinde), in Zellen verwandelt, um den Körper zu nähren, wachsen zu machen — man nennt dies *Leben*; nun geht rückwärts die Zelle wieder über in Stickstoff, Kohlenstoff u. s. w.; der Zusammenhang verliert sich, der Körper vermodert, verwest, und wir finden in den Ueberbleibseln sehr leicht die Urstoffe; manche derselben entweichen bei dieser Zersetzung und verrathen ihr Auftreten durch den Geruch, wie der Schwefel mit dem Wasserstoff verbunden zu Schwefelwasserstoff. Dieses Beendigen der Existenz durch äußere Einflüsse oder durch innere Unordnungen — der

Tod — ist eine ebenso nothwendige Bedingung des Organischen wie das Leben. Werden, Bestehen und Vergehen gehört zum Organismus, Dasein und Bleiben zum Reiche des Anorganischen.

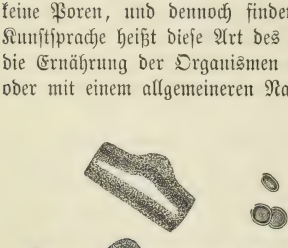
Wir haben hier die Worte leben und sterben lediglich in materieller Beziehung genommen; es ist keine Aufgabe der physischen Geographie, von dem höheren Leben, von der Beseelung zu sprechen, dies gehört in das Gebiet der Psychologie, der Seelenlehre. Mögen die Leser daher dem Verfasser in diesem Punkte keine Unvollständigkeit vorwerfen, wenn er nur das materielle Leben betrachtet. Dieses aber soll so weit als möglich in seinen Unterschieden von der todten Natur verfolgt werden, denn es gehört zur Sache.

In der anorganischen Natur ist die Stoffverschiedenheit sehr groß, nicht weil wir etwa 65 Elemente haben, sondern weil diese Elemente hundert und tausend Verbindungen eingehen; in der anorganischen Natur sind also die Stoffe ein Hauptkennzeichen, nicht so in der organischen — da ist die Form allein das Bestimmende. Der Stoffe sind äußerst wenig, wir haben vier derselben als ganz allgemeine, allen organischen Körpern angehörige genannt; wir fügen noch Kalk und Kiesel, Natrium und Kalium hinzu und können auch Phosphor und Schwefel, ferner im rothen Blute, als färbendes, aber auch stärkendes Mittel, das Eisen anführen. Hiermit wäre, bis auf den Schmelz der Zähne, so ziemlich Alles erschöpft; in diesem Schmelz ist der ihn bildende Kalk nicht phosphorsaurer, wie in den übrigen Knochen, sondern flußsaurer, welcher übrigens auch in geringer Menge in den Knochen enthalten ist.

Es sind also allgemein nur vier Elemente, nebenbei noch einige andere, welche alle organische Körper bilden, — so z. B. hat man in neuerer Zeit auch Kupfer, natürlich nur in sehr geringer Menge, als einen fast nie fehlenden Bestandtheil des Pflanzen- und Thierkörpers nachgewiesen — und die 80 000 Pflanzen- und 160 000 Thierspecies, welche die Erde trägt, unterscheiden sich von einander nur durch die Form, und zwar kann man nicht einmal zwei Unterabtheilungen (Pflanzen und Thiere) zugeben, sobald der Unterschied stofflich genommen wird; man hat früher dieses für möglich gehalten, indem man gefunden zu haben glaubte, daß die Pflanzen keinen Stickstoff besitzen, welcher ausschließlich den Thieren zukommen sollte; allein die neuere Chemie hat uns gelehrt, daß es ebenso gut Pflanzentheile mit Stickstoffgehalt als thierische Theile ohne solchen giebt, daher auch dieser Unterschied verschwunden ist. Ein Aehnliches ist es mit dem Kalk und dem Kiesel; sie gehören nicht ausschließlich einer Gruppe, sondern beiden an: man findet den Kiesel in den Kielen der Federn aller Vögel, daher die große Härte derselben; es hat demnach hier bei den organischen Körpern die Form sich die Materie unterthänig ge-

macht — man kann eine Pflanze von der andern nicht durch die Chemie, sondern lediglich durch die Betrachtung unterscheiden. Allerdings hat vor etwa fünfzig Jahren Professor Schulze dieses versucht und aus den Mengen von Wasserstoff, Kohlenstoff u. s. w., welche die Pflanzen enthalten, und aus ihren Verhältnissen zu einander ihre Arten erkennen, ihre Spezies bestimmen wollen; man hat indessen den eigenthümlichen Versuch als sowohl unpraktisch als auch überhaupt unausführbar aufgegeben.

Ist der Stoffwechsel an und für sich schon ein hochwichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen organischen und anorganischen Körpern, so ist es im Hinblick auf die Porosität der letzteren als besonders merkwürdig hervorzuheben, daß der Stoffwechsel keine auffindbaren Wege hat. Zelle reiht sich an Zelle, jede derselben ist von einer Wandung umschlossen, jede enthält eine Flüssigkeit; die Wandung aber hat keine Oeffnungen, um die Flüssigkeiten ein- oder austreten zu lassen; das schärfste Mikroskop, welches uns in dem Staube, der von den Schmetterlingsflügeln abgewischt wird, Federn, in dem weißen Anflug, der von der berührten Kreide an unsern Fingern haften bleibt, vollständige Panzer von Thieren erkennen läßt, zeigt uns in der Materie der Zellenwand keine Oeffnungen, keine Poren, und dennoch findet fortwährend Stoffwechsel statt. In der Kunstsprache heißt diese Art des Stoffwechsels, dieser Weg, durch welchen die Ernährung der Organismen vor sich geht, Endosmose oder Exosmose, oder mit einem allgemeineren Namen der Physik: Diffusion.



Zellenbildung.

Die beigegebenen Figuren zeigen, auf welche Weise diese Zellen sich an einander reihen, und wie sie theils aus einander hervorgehen, theils an geeigneten Stellen des fertigen Organismus (an den Augen) sich bilden. Es versteht sich von selbst, daß die Ansicht nur durch ungeheure Vergrößerung gewonnen werden kann, denn an sich sind diese Zellen verschwindend klein. Die Wandung, welche die Flüssigkeit einschließt, zeigt nirgends eine Oeffnung; da, wo die Zellen an einander liegen, findet durchaus keine Communication zwischen ihrem Innern statt.

Der Stoffwechsel ist wiederum eine Function des Lebens; denn bei dem todten Körper findet er nicht mehr statt. Die Zersetzung des organischen Körpers, die Gährung, die Fäulniß, wird durch Zerreißung der Zellenwände eingeleitet; die Flüssigkeiten ergreifen alsdann einander unge-

hindert, und die Kunst bewirkt dies mitunter absichtlich; so die Umwandlung des Stärkemehls in Zucker, wobei entweder durch Erwärmung in einer Flüssigkeit (Wasser) oder durch Zusatz von Schwefelsäure die Zellenwände der Stärkemehlkügelchen zerstört werden und ihr Inhalt alsdann der Veränderung und Zersetzung anheimfällt.

Der Lebensprozeß hindert eine solche Zerstörung, leitet aber die ihm nöthigen Veränderungen selbstständig ein, was bei den anorganischen Körpern durchaus nicht geschehen kann; hört dagegen das Leben auf, so tritt wegen der Verbindung flüssiger mit festen Bestandtheilen die Zerstörung ein, deshalb kann man organische Körper nicht aufbewahren, man müßte sie denn ganz flüssig oder ganz starr machen. Das Erstere geschieht beim Weine, beim Weingeist, bei den Oelen, welche unter Absperrung von Sauerstoff sich erhalten, so lange als man hat beobachten können (Weine, in Krügen verschlossen, sind aus der Zeit der alten Griechen und Römer auf uns gekommen), das Zweite geschieht bei der Mumification, bei dem Trocknen, Dörren und Rösten. Unter diesen Umständen nehmen die organischen Körper die Beschaffenheit der anorganischen an und sind dann auch unveränderlich wie diese.

Der Stoffwechsel durch Aufsaugung ist also ein Kennzeichen sowohl des Organismus als des Lebens darin, denn mit dem Tode hört die Aufsaugung gänzlich auf; sie ist auch, so lange sie in dem lebendigen Körper besteht, durchaus nicht mit derjenigen Aufsaugung zu vergleichen, welche in Schwämmen, in Kreide und ähnlichen organischen Substanzen stattfindet. Hier ist die Bezeichnung des Vorganges durch das Wort „Aufsaugung" eine unrichtige, denn es geht kein Durchdringen öffnungsloser Wandungen vor sich, sondern nur ein Eindringen in die Zwischenräume der locker zusammengehäuften Materie; es ist dies eine Wirkung, die Capillarität, die Flüssigkeiten und die festen Bestandtheile bleiben dabei für sich; ja, wenn sie sich etwa ergreifen wie bei Auflösungen, so verlieren die einzelnen Körper ihre bisherige Beschaffenheit, sie verwandeln sich in einen neuen Körper, indessen bei den Organismen die Aufsaugung und Umwandlung des Aufgenommenen eine wesentliche Bedingung für deren Fortdauer ist.

Haben wir nun eine hinlängliche Menge von Kennzeichen sowohl der anorganischen als der organischen Körper, so dürfen wir billig fragen: auf welche Weise entstehen sie, wie erhalten sie Form?

Bei den anorganischen Körpern sind wir sogleich fertig mit der Antwort, wir sagen: die anorganischen Stoffe, sobald sie in gewisse Mischungsverhältnisse treten, oder auch von den einfachen Stoffen die Metalle, der Schwefel, die Kohle, wenn sie rein erscheinen und die sonst nöthigen Bedingungen,

Ruhe, eine gewisse Temperatur u. s. w. vorhanden sind, haben die Eigenschaft, gewisse Formen anzunehmen, Krystalle zu bilden.

Freilich ist dies keine Erklärung, sondern eine Behauptung, ein einfacher Ausdruck einer Thatsache, aber ein Jeder beruhigt sich damit.

Allerdings gründet sich diese Behauptung auf Wahrnehmung, so wie es dasteht, so ist es, wir wissen nichts Besseres; allein sobald man eine ähnliche Behauptung, auf die Wahrnehmung gestützt, von den organischen Körpern wagen wollte, würde man von allen Seiten die härtesten Angriffe zu erdulden haben, und doch weiß man hier auch nichts Besseres. Das Vorhandensein der Stoffe, gewisse Temperaturen, möglichste Ruhe sind auch für die Organismen Bedingungen der Bildung. Man kann allerdings sagen, auch noch ein bereits fertiger organischer Körper! Allein dies gilt eigentlich von den anorganischen ebenso gut, wenigstens schießt aus einer Salzlösung das Salz viel leichter an, wenn man einen verwandten Salzkrystall hineinhängt; ja, man kann eine Mischung von verschiedenen Salzlösungen dadurch trennen, daß man erst einen Krystall des einen und dann einen des zweiten Salzes in die Lösung hängt, worauf an jeden sein verwandtes Material anschießen wird.

Aber dennoch ist es ein Anderes wie z. B. die Ente das gefressene Getreide in einen Bestandtheil ihres Körpers, wie der Mensch die verzehrte Ente in einen Bestandtheil des seinigen verwandelt. Die Ausscheidung, Umwandlung und Vereinigung der Stoffe, die Bildung der Zellen geschieht, sobald die Bedingungen da sind, ohne daß der organische Körper — er heiße nun Pflanze oder Thier — etwas davon weiß; auch die Aufnahme der für die verschiedenen Theile so nöthigen verschiedenen Substanzen geschieht durch eine solche Naturkraft, unbewußt dem Thier oder der Pflanze; diese kann nicht machen, daß ihre Frucht verholze und ihr Stamm verzuckere: der Zucker wird zur Traube und das flüssige Holz zur Rebe. Der Mensch kann nicht in seiner Leber Speichel, in seinen Magendrüsen Thränen und in seinen Augen Galle erzeugen; ohne sein Wollen sondert die Leber Galle ab, der Magen Speichel und die Thränendrüsen Thränen.

Hier ist überall viel Aehnliches und doch so ungeheuer Verschiedenes, daß man ehrlich gestehen muß, die Bildung der organischen und der anorganischen Körper müsse doch wohl auf sehr verschiedenen Wegen vor sich gehen, obschon uns die Bildung eines Krystalls ebenso unverständlich ist als die einer Zelle.

Etwas wesentlich Unterscheidendes ist indessen schon die Unmöglichkeit der künstlichen Darstellung eines Organismus. Die Alchymisten haben es für die höchste Aufgabe der Wissenschaft gehalten, den Homunculus —

ein organisches Geschöpf, ein Thier — auf dem chemischen Wege zu bilden; allein nicht nur dies ist unmöglich, man kann nicht einmal die einzelnen Substanzen künstlich machen. Wir wissen sehr gut, wie viel Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Eisen im Blute, wie viel Schwefel im Eigelb, wie viel Phosphor in den Knochen ist; allein wenn wir auch diese Elemente in den mittleren Verhältnissen mischen, so wird doch niemals Blut oder Eigelb daraus werden. Was gäbe die englische Admiralität für das Geheimniß, Milch zu machen! Was gäbe die Frau des Gutsbesitzers für das Geheimniß, Fleisch zu machen! Es verdirbt ihr im Sommer, wenn sie es auch täglich frisch aus der benachbarten Stadt holen läßt, es wird unterwegs übelriechend, es bekommt Maden. Könnte man Fleisch in der Retorte machen, so beständen die Vorräthe ihrer Speisekammer in Coaks oder Graphit, in Salpetersäure und Wasser, und je nachdem die Köchin die Verhältnisse der Mischung änderte, hätte sie heute Hammelcoteletts und morgen Schweinebraten, übermorgen Schnepfen und am Sonntag eine fette Gans u. s. w.

Das geht wohl mit anorganischen Substanzen, aber nicht mit organischen; wir lassen Chlor zu Natrium-Metall treten und haben sofort Kochsalz, oder wir mischen Sauerstoff, Stickstoff und Kalium und erhalten Salpeter; aber durch solche Mischung können wir nicht eine Flocke Baumwolle, nicht einen Tropfen Eiweiß machen. Aber da die Chemie längst gelehrt hat, Substanzen, welche man bis dahin nur im Organismus kannte, und von denen man daher glaubte, daß sie nur in demselben erzeugt werden können, aus unorganischen Stoffen zusammenzusetzen, wie z. B. den Harnstoff, so darf man auch hoffen, daß es am Ende gelingen werde, Eiweiß künstlich darzustellen, obschon die außerordentliche Veränderlichkeit der Stoffgemenge, welche wir Eiweiß nennen, die Hoffnung abschwächt. Allein selbst wenn es gelänge, wer vermöchte zu sagen, ob wir daraus eine Einsicht in die Entstehung des Lebens gewinnen würden! Ist es doch Hanstein in Bonn, Hartig in Utrecht und Traube in Breslau geglückt, künstliche Zellen aus Leim und Gerbstoff herzustellen; allein diese Stoffe setzen selbst Lebewesen voraus; sie stammen von ihnen, und eine Einsicht in die Entstehung des Lebens hat auch jene künstliche Zellenbildung nicht gewährt. Es liegt also der Entstehung der organischen Körper etwas Geheimnißvolles zum Grunde, welches sich auch der sorgfältigsten Beobachtung entzieht, obschon, wie wir gesehen haben, eine absolute Verschiedenheit zwischen organischen und anorganischen Körpern sich nicht definiren läßt.

Zur Entstehung von Pflanzen und Thieren sind, so wie wir die Erde jetzt vor uns sehen, Pflanzen und Thiere derselben Art nothwendig. Wie

sind denn Pflanzen und Thiere zu einer Zeit entstanden, wo es deren noch keine gab? Dies führt auf das alte Pythagoräische Räthsel: was war eher, die Henne oder das Ei? und woher kam die Henne, die das erste Ei legte? oder woher kam das Ei, aus welchem die erste Henne schlüpfte? So konnte es also im Anfange der organischen Schöpfung nicht sein. — Nun, so entstanden die ersten Geschöpfe wie die Eingeweidewürmer, wie die Maden, welche die Lungen des Schafes zerfressen, wie die Finnen im dickſten Fleische des Schweines oder endlich wie die Würmer im todten thierischen Körper.

Dies Alles erklärt nichts, und zwar um so weniger, als man mit Gewißheit weiß, daß die Maden ꝛc. die Larven größerer Insekten sind, oder größere Würmer — wie z. B. die Finne des Schweines, Embryo des Bandwurmes im Menschen — welche sich auf diesem Wege fortpflanzen, also nicht von selbst entstehen.

Man greift nun wieder — da man nicht erklären kann — zu einer Behauptung, nur leider nicht zu einer, welche, wie die oben angeführte, auf Beobachtung beruht, sondern zu einer, welche völlig in der Luft schwebt, die man aber doch so lange gelten lassen muß, bis man etwas Besseres hat. Man sagt, der organischen Materie in ihrem Urzustande haftete die Fähigkeit an, Organismen aus sich selbst und ohne äußere Einwirkung zu erzeugen, die generatio aequivoca oder generatio originaria, Entstehungsweise von Organismen ohne Keime oder Eier.

Allerdings hat man bisher eine solche Entstehung nicht beobachten können, allein dies ist natürlich kein Beweis, daß sie nicht noch jetzt vor sich gehe; und selbst wenn man mit Sicherheit behaupten könnte, es gebe jetzt keine generatio aequivoca, so wäre dies natürlich kein Beweis, daß sie nicht einstmals dennoch stattgefunden habe. Denn alle Bedingungen, unter denen das Leben zuerst auf Erden auftrat, waren unzweifelhaft andere als gegenwärtig. Die Mischungsverhältnisse des Urmeeres, die durchschnittliche Temperatur, der Druck und die Zusammensetzung der Atmosphäre, die Lichtverhältnisse und die elektrischen Vorgänge, Alles muß im Anbeginn des Daseins anders gewesen sein als jetzt — und, wer sagt, welche uns unbekannten Zustände sonst noch obwalteten! Wollen wir also nicht zu Wundern und Unbegreiflichkeiten unsere Zuflucht nehmen, so müssen wir die Entstehung der ersten organischen Geschöpfe auf der Erde durch die freie Zeugungskraft der Materie selbst einräumen.

Vielleicht aber findet Mancher, da wir des Lebens Räthsel nicht lösen können, mehr Befriedigung in der Erweiterung des Lebensbegriffs selbst, in der Annahme, daß das Leben in immer anderen und anderen Formen existirt habe, lange ehe es diejenige Verfassung annahm, in welcher wir es kennen,

und daß die eine immer aus der anderen, älteren hervorgangen ist, jedesmal bestimmt durch die Beschaffenheit des Himmelskörpers. Wir können hier auf diese Anschauungsweise nicht näher eingehen und verweisen den Leser, der sich über die Zulässigkeit einer solchen unterrichten will, auf die Aufsätze von Preyer: „Die Hypothesen über den Ursprung des Lebens“ (Deutsche Rundschau, April 1875), „Kritisches über die Urzeugung“ und „Ueber den Lebensbegriff“ (Kosmos, August und Dezember 1877).

Bei Bevölkerung und Besamung der Erde entsteht nun auch die Frage: woher kam die organische Grundmaterie, woraus die Organismen entstanden?

Diese Frage ist bei dem Versuch einer Darstellung des Bildungsganges der Planeten bereits indirect beantwortet worden.

Die mit einer festen Rinde versehene, vom warmen Wasser getränkte Erde hatte eine räumlich viel weiter ausgedehnte Atmosphäre, mit Wasserdampf und mit Kohlensäure übersättigt. Wir sehen, daß Beides noch jetzt in einem mäßigen Grade der Fall ist, und in jenen frühen Zeiten — wo die Erde überall vielleicht eine Temperatur von 60 Graden hatte, welche, nachdem die Atmosphäre durchsichtig geworden, nur in den Polargegenden auf etwa 40 Grad herabgesunken sein mochte und so diesen zuerst Gelegenheit zur Besamung gab — in einem viel höheren Grade der Fall gewesen sein muß, was den Wasserdampf betrifft, der höheren Temperatur wegen, was die Kohlensäure betrifft, wegen der Aushauchung dieses Stoffes aus den zahlreichen Spalten und Oeffnungen der jungen Erde, welche noch jetzt in vulkanischen Gegenden fortdauert. Die enorme Verminderung der Kohlensäure unserer Atmosphäre ist eben eine Folge der Entwickelung der Organismen, insbesondere der Pflanzen, welche jene zum Aufbau ihres Körpers brauchen und nun in ungeheuren Massen in Form von Kohle aufgespeichert ist.

Waren hier die Bedingungen zur Existenz organischer Körper, war hier ihre Materie vorhanden, so kommen wir jetzt an eine zweite, schwieriger zu beantwortende Frage: welches ist der Hergang bei der Bildung organischer Substanzen?

Wir sehen in der ganzen Natur einen mächtigen Bildungstrieb, der nie ruht. Große Hitze zerstört alles Organische, in der Glühhitze kann nichts Lebendes bestehen, nur die Phantasie des Dichters kann die Flammen mit Salamandern bevölkern; ein ausgeglühter Ziegelstein dürfte demnach der ungünstigste Boden für organische Gestalten sein, und dennoch ist auch er ein noch brauchbarer Boden. Das neue, blendend rothe Ziegeldach bekleidet sich schon im ersten Frühjahr mit Flechten, welche in unzähligen kreisrunden Flecken darauf erscheinen; ihre Farbe ist grün, doch so hell,

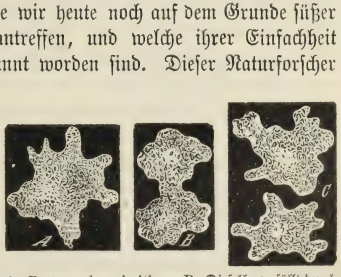
daß man sie für ganz weiß ansieht und das Grünliche erst erkennt, wenn man ein Stück reines Leinen daneben hält.

Der Herbst macht dem Leben dieser zarten Pflanzen ein Ende. Trotz Regen und Schnee lassen sie so viel Humus zurück, und mit Hülfe des Regens sogar haben sie ihren Boden, den ausgeglühten Ziegelstein, so verändert, daß er sich im nächsten Frühjahr mit neuen Flechten von viel stärkerer Art überzieht, die eine orangegelbe Farbe haben und trotz ihrer Verwandtschaft mit der Röthe des Daches doch fernhin leuchten. Auch sie verschwinden, aber eine dickere Humusschicht, von ihnen, die viel stärker sind als die weißen Flechten, erzeugt, bietet schon nicht mehr Flechten, sondern Moosen einen Boden. Allerdings müssen diese Pflanzen sehr genügsam sein, nicht starke Ansprüche an ihre Unterlage machen; doch wachsen sie, und jede neue Pflanzenschicht hinterläßt eine stärkere Decke von nahrhafter Erde, und das Dach bedeckt sich nach und nach dergestalt mit mehr als zollhohen Moosen, daß sie zerstörend auf die Steinfläche einwirken, in deren Ritzen und Poren sich die zarten Wurzeln eindrängen, sie schieferig spalten und das Dach des nachlässigen Wirthes, der es nicht bei Zeiten abfegen, von Moos und Flechten reinigen läßt, nach und nach ganz unbrauchbar machen.

Wenn dieser Vorgang, den wir auch bei den Koralleninseln beobachten, täglich vor unseren Augen und auf einem Boden sich zeigt, gegen welchen ein rauher, nasser Granitfels wahres Gartenland ist, so wird man allerdings begreifen, daß er auf verwittertem Gestein in geeigneter ebener Lage, begünstigt von Feuchtigkeit und Wärme, noch viel lebhafter stattfinden wird. Der eigentliche Hergang der Urbildung organischer Körper ist indessen damit durchaus nicht erledigt, denn man kann immer sagen: in der Form des Staubes trug der Wind die Samen dieser Flechten (auch wenn wir sie selbst durchaus nicht nachweisen können) auf die Dächer, sie wurden durch den Regen befestigt, in die kleinen Vertiefungen gespült, keimten dort und faßten Wurzel; eine Urbildung hatte hier immer nicht stattgefunden; und wer solche Einwendungen macht, hat vollkommen Recht, es läßt sich nichts dagegen erwidern. So behält in Bezug hierauf Wahrheit, was schon Burmeister sehr schön aussprach: „Es wird sonach das eigentliche Räthsel der ersten Bildung organischer Formen wohl ein ungelöstes Räthsel bleiben, denn alle unsere Andeutungen führen auf nichts weiter als auf Möglichkeit; ohne Zweifel aber muß diejenige Ansicht die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, welche am meisten sich an die gegenwärtigen Verhältnisse anschließt und das Eingreifen aller außergewöhnlichen Mächte verwirft. Wenn wir demnach annehmen, daß die ersten Geschöpfe nicht unmittelbar in vollendeter Gestalt entstanden, sondern vielmehr normal als jugendliche

unvollkommene Individuen unter Processen, die dem heutigen Entwicklungsgange ähneln, sich bildeten, so haben wir damit zugleich Alles gesagt, was über ihren Ursprung sich füglich sagen läßt, und können in die Einzelnheiten ihrer Bildung nicht weiter eingehen. Gestehen wir es nur, unsere Wahrnehmungen reichen zur Construction eines einigermaßen haltbaren Bildes der ersten Schöpfung nicht hin, weshalb der Phantasie des Malers, der sie uns zeichnen wollte, immer ein großer, weiter Spielraum übrig bleiben müßte. Mag der Einzelne das Produkt einer solchen genialen Einbildungskraft bewundern, mag eine ganze Nation gläubig an dem alten Mythus festhalten, den sie selbst einst in kindlicher Unbefangenheit aus sich gebar oder von außen empfing, — den wissenschaftlich geläuterten Blicken kann ein solcher Versuch immer nur für das gelten, was er ist, für die graue Nebelgestalt eines Traumes, die stets leer und inhaltslos bleibt, aber doch in mannichfachen Umrissen wiederkehrt und sich geltend zu machen sucht. Sei also, wie du sein magst, erster, ältester Tag des Lebens; wir haben keine Augen mehr, dich zu erkennen, keinen Sinn, dich zu begreifen, und darum auch keine Feder, dich deiner Natur nach zu beschreiben."

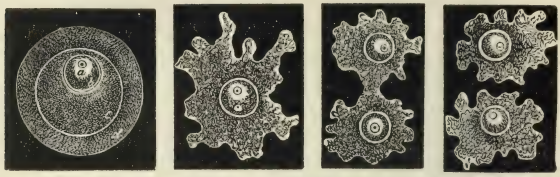
Wie wir nun auch über den Ursprung des Lebens denken, nennen wir es Urzeugung oder wie sonst, so werden wir jedenfalls annehmen müssen, daß die ersten auf der Erde aufgetretenen Lebewesen von der denkbar größten Einfachheit gewesen sind, nur aus Protoplasma-Klümpchen bestehend, ähnlich denjenigen, welche wir heute noch auf dem Grunde süßer und salziger Gewässer in Menge antreffen, und welche ihrer Einfachheit wegen von Häckel *Moneren* genannt worden sind. Dieser Naturforscher entdeckte 1864 im Mittelmeere in der Nähe von Nizza ein solches Wesen, welches seine Protoplasmamasse fadenförmig nach allen Richtungen vorstreckte und so „Scheinfüßchen oder Pseudopodien" bildete. Später wurden von Cienkowski andere solche nur aus Protoplasma bestehenden Geschöpfe gefunden, und Häckel selbst fand ein solches im süßen Wasser bei Jena und beschrieb es unter dem Namen Protamoeba primitiva, weil seine Bewegungen Aehnlichkeit haben mit denen der länger bekannten Amöben. Die vorstehende Figur giebt ein Bild dieses einfachen Wesens und stellt zugleich die Art seiner Vermehrung dar.



A. Protamoeba primitiva. B. Dieselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. C. Jede der zwei Hälften stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

Auf einer höheren Stufe der Entwickelung stehen diejenigen Wesen,

welche eine wirkliche Zelle darstellen, d. h. in deren flüssiger Protoplasma-Masse ein Kern schwimmt, solche sind z. B. die genannten Amöben, wie folgende Figur zeigt.



Amoeba. Der Vorgang der Fortpflanzung ist durch die Zeichnung selbst verständlich c Protoplasma, b Kern, a Kernkörperchen, d Zellhaut.

Viele dieser Wesen, zum Theil von mikroskopischer Kleinheit, umgeben sich mit einem Kieselpanzer oder bilden ein Kiesel- oder Kalkgehäuse in den mannichfaltigsten zierlichen Formen. Zu den ersteren gehören die Radiolarien, welche Ehrenberg „Gitterthierchen" nannte, und deren Schalen sich in mächtigen Lagern aufgethürmt finden, als Zeugen eines Lebens der Vorzeit, das sich bis auf unsere Tage erhalten hat. Die Erde, welche aus den Schalen jener kleinen Wesen besteht, nennt man Kieselguhr, und sie bildet den Untergrund, auf welchem Berlin erbaut ist, wie sie sich denn fast überall unter der Dammerde der norddeutschen Ebene findet.

Von denjenigen Wesen, welche sich ein Kalkwohngehäuse schaffen, wollen wir nur die Wurzelfüßer nennen, welche in früheren Erdperioden an unseren Kreide- und Kalklagern bauten, indem ihre Schalen auf dem Meeresboden in unermeßlicher Menge sich anhäuften, und welche das Material zu den ägyptischen Pyramiden und zu vielen Bauten der französischen Hauptstadt hergegeben haben. Alle diese und ähnliche Wesen können wir weder zum Pflanzen-, noch zum Thierreich zählen, und sie waren eben deshalb ein sehr häufiger Gegenstand des Streites zwischen Botanikern und Zoologen; was die Einen für sich beanspruchten, reklamirten die Anderen, und Viele wurden von Beiden verschmäht. Daher hat Häckel sie zu einem besonderen Reiche zusammengefaßt und nennt sie Protisten oder Urwesen. Sie weisen einerseits nach dem Pflanzenreich, andererseits nach dem Thierreich hin, gehören aber keinem eigentlich an.

Aber selbst auf höheren Entwickelungsstufen des Lebens finden wir so viel Aehnlichkeit und Verwandtschaft in den Gestalten der Pflanzen und Thiere, daß es schwierig, ja fast unmöglich ist, überhaupt eine Grenze zwischen dem Pflanzen- und Thierreich zu ziehen, so daß man

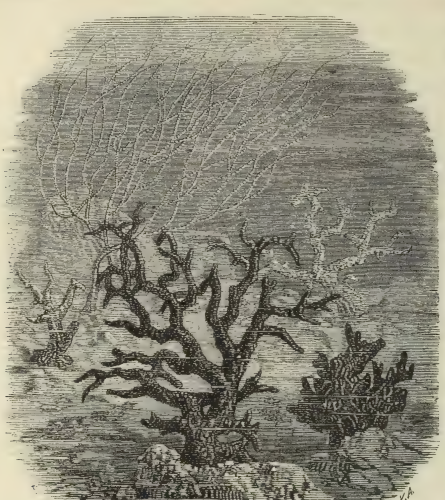
früher von unzweifelhaften Thieren glaubte, daß sie auf der Grenze zwischen Pflanzen- und Thierreich stehen und sie in Folge ihrer Gestalt und festsitzenden Lebensweise Zoophyten (Pflanzenthiere) nannte. Die nebenstehende Zeichnung stellt die Sertularia geniculata dar, ein polypenartiges Thier mit äußerlich scheinbarem Pflanzencharakter, ohne wirklich im Mindesten eine Pflanze zu sein, anders als etwa alle Korallen, weil sie einen festen Standpunkt haben, ihren Ort nicht verlassen; ferner nahm man auch an, daß das Pflanzenreich allmählich in das Steinreich übergehe, und nannte solche Wesen Lithophyten (Steinpflanzen), wovon Apiocrinites rotundus, gleichfalls ein Polyp, uns in untenstehender Figur ein Bild giebt. Was wie Blätter einer Blume aussieht, das sind die stacheligen, beweglichen Fangwerkzeuge, halb Muskel, halb Stein, tausendfach gegliedert, Tod bringend Allem, was sich ihnen naht; auch der Kelch und der Stiel der Blume ist gegliederter Stein. Wir werden ausführlicher auf diesen Gegenstand zurückkommen. Andererseits giebt es Pflanzen, wie beispielsweise viele Orchideen, welche theils in ihrer Gestalt, theils in Zeichnung und Färbung verschiedenen Insecten, Spinnen, Schmetterlingen täuschend ähnlich sehen, und die zur Familie der Aroideen gehörige Brillenschlangenpflanze im Himalaya ahmt die daselbst heimische Brillenschlange im Moment, da sie den Kopf erhebt, so täuschend nach, daß der Beschauer bei ihrem unvermutheten Anblick in Entsetzen geräth.

Sertularia geniculata

Apiocrinites rotundus.

Viele unserer Leser werden die obige Behauptung sonderbar finden und werden sagen: „Ich werde doch ein Pferd von einem Eichbaum, eine Katze von einem Grashalm unterscheiden können!

Man gebe mir, welches Thier es immer sei, ich werde es von jeder beliebigen Pflanze unterscheiden!“ Das Erstere: eine Katze von einem Grashalm — o ja; das Letztere schwerlich. Wer in einem Naturalienkabinet viele Korallen gesehen und nicht eine große Aehnlichkeit zwischen diesen und einem Instrument, das ihm in seiner Jugend manchmal Schmerzen bereitet hat, dem Instrument, welches Lichtenberg den Birkenpinsel nennt, mit welchem den unartigen Jungen die Backen rothgemalt werden, und welches recht eigentlich emollit mores nec sinit esse feros (die Sitten mildert und die Rohheit vertreibt), der hat nicht viel Phantasie, und doch ist die Aehnlichkeit zwischen dem Korallenstrauch und einer Ruthe nur eine scheinbare; aber Polypen und Algen und hundert andere Thier- und Pflanzenformen gehen so nahe mit einander parallel, daß es in der That schwer ist, sie durch bloßen Anblick von einander zu unterscheiden.



Eine Korallengruppe im Meere.

Thieren und Pflanzen ist gemein die einfachste Grundform, die Zelle, die Zusammensetzung aus starren und flüssigen Theilen, das Wachsthum, die Ernährungsfähigkeit, die Fortpflanzungsfähigkeit, die unendliche Mannichfaltigkeit der Formen; Thieren und Pflanzen ist gemein die Organisation, die Gliederung sowie das Verwenden der Glieder zu gewissen Zwecken, zur Ernährung, zur Fortpflanzung, zur Ausscheidung überflüssiger Substanzen u. s. w.; beiden Gruppen ist eigen ein Entstehen, Ausbilden und Vergehen.

Alle diese Kennzeichen haben die Mineralien *nicht*, und alle diese sind Pflanzen und Thieren gemein; es ist die Frage, ob wir genügende Kenn-

zeichen finden werden, um Thiere von Pflanzen deutlich zu unterscheiden, um den Begriff Thier und Pflanze fest und bestimmt aus einander zu halten. Dabei werden wir die Aehnlichkeiten aufzusuchen und in ihnen die Unterschiede nachzuweisen haben. Wir werden finden, daß die unterscheidenden Merkmale nicht absolut gelten, daß sie nur für die höher entwickelten Formen des organischen Reiches gelten, in den niederen Entwickelungsstufen aber überall Ausnahmen sich finden.

Pflanze und Thier brauchen Nahrung — die Pflanze findet sie, das Thier sucht sie; die Pflanze nimmt aus Luft und Wasser Kohlensäure auf, verwendet den darin enthalten Kohlenstoff zum Aufbau der Zellen und erhält sich solchergestalt; bietet man der Pflanze schädliche Substanzen dar, so nimmt sie auch diese auf und vergeht, stirbt davon. Das Thier wählt seine Nahrung; ist die ihm dargebotene seiner Art und Beschaffenheit nicht angemessen, so verschmäht es dieselbe; bei Fortsetzung dieser Operation stirbt es zwar auch, aber nicht, weil es schädliche Nahrung, sondern weil es keine Nahrung zu sich genommen hat. Die Pflanze wird vergiftet, das Thier verhungert.

Allerdings kann der Mensch auch Thiere vergiften; allein das Thier, welches im Naturzustande lebt, wählt sich die Nahrung und wählt keine ihm schädliche. Die Kuh auf der Weide frißt keinen Schachtelhalm und keine damit verwandte Pflanze; allerdings frißt sie dasselbe im Heu, wenn es ihr zerschnitten gegeben wird; das ist aber Zwang, der ihr angethan wird. Die Pflanze zieht indeß auch, im Freien stehend, aus dem ihr nicht dienlichen Boden schädliche Säfte und vergeht.

Soll das Thier aber seine Nahrung suchen, so muß es seine Stelle verlassen können, es muß sich fortbewegen können, oder wenigstens muß es vermögen, weiter zu reichen, als sein Körper zur Zeit der Ruhe reicht. Hirsch und Hase laufen, Würmer kriechen, Polypen sitzen zum Theil fest an irgend einem Orte, aber sie greifen mit den Armen um sich und holen aus dem immerfort bewegten Element, aus dem Wasser, das ihrer Substanz Nöthige und Zuträgliche heraus, ergreifen es und scheinen es somit zu suchen.

Ein unterscheidender Charakter zwischen Thier und Pflanze scheint also in ihrer Bewegung zu liegen. Allein wir kennen mehrere unzweifelhafte Thiere, welche zur Klasse der Schwämme gehören und, auf dem Meeresboden festgewachsen, keine Bewegung verrathen. Ja, selbst höhere Thierformen, wie manche Schnecken und Krebse, welche eine parasitische Lebensweise führen, erscheinen als formlose Klumpen ohne Bewegung. Es erregte nicht geringes Erstaunen unter den Naturforschern, als der große Physiologe Johannes Müller eine solche Schnecke, die daher eine Berühmtheit

erlangt hat und unter dem Namen Wunderschnecke (Entoconcha mirabilis) bekannt ist, schmarotzernd in Holothurien oder Seegurken entdeckte. Andererseits giebt es viele zum Geschlechte der Algen gehörige Pflanzen, welche in ihrer Jugend im Wasser frei umherschwimmen, indem sie sich, wie viele Thiere, mit Hülfe von feinen Fäden, Wimpern, wie mit Rudern lebhaft fortbewegen; — eine Erscheinung, welche den Entdecker derselben, den Botaniker Unger, 1843 zu dem Ausrufe veranlaßte: „die Pflanze im Momente der Thierwerdung".

Als einen ferneren Unterschied zwischen Thier und Pflanze führt man gewöhnlich die Empfindung an; ersterem schreibt man dieselbe zu, letzterer spricht man sie ab; aber wenn wir die Mimose, die bekannte Sinnpflanze, ihre Blätter bei der leisesten Berührung zusammenfalten oder die zur Nachtzeit geschlossenen, gleichsam schlafenden Blätter, vom Sonnenstrahl geküßt, sich wieder entfalten, gleichsam erwachen sehen, — welcher Unterschied läßt sich dann zwischen dieser und den Lebensäußerungen vieler niederen, insbesondere der festsitzenden Thiere machen! Und was soll man zu den insectenfressenden Pflanzen, Sonnenthau (Drosera), Fliegenfalle (Dionaea) u. s. w. sagen, die, kaum von einem ahnungslosen Insecte berührt, ihre Falle über dasselbe zusammenklappen und es verschmausen! Zwar schließen sie sich auch, wenn eine mineralische Substanz in den Bereich ihrer mörderischen Waffe kommt, aber bald lassen sie sie wieder frei, da sie dieselbe nicht verdauen können.

Pflanzen und Thiere scheiden Substanzen, die sie aufgenommen haben, wieder aus; die Pflanzen jedoch lediglich in Gasform; die meisten Thiere in dieser, in flüssiger und in fester Form, welches bei den Pflanzen niemals geschieht. Ebenso ist das Aufnehmen der Nahrungsstoffe höchst verschieden bei diesen beiden Gruppen organischer Körper. Die Pflanzen nehmen ihre Nahrung nur in gasförmiger und flüssiger Form zu sich, das Thier aber nimmt größtentheils feste Nahrungsstoffe zu sich, allerdings auch flüssige, es trinkt; allein selbst das kleine Infusionsthierchen findet noch ein kleineres, welches es verschlingt, als feste Nahrung (Zellenwand) zu sich nimmt. Der Fisch, die Muschel, der Käfer, sie fressen feste Substanzen. Die Pflanzen athmen wenigstens bei Tage Kohlensäure ein und hauchen Sauerstoff aus; der Athmungsproceß der Thiere ist der umgekehrte; die meisten Pflanzen bilden Blattgrün (Chlorophyll), Stärkemehl und Cellulose (Holzfaserstoff), die meisten Thiere nicht. Im Allgemeinen unterscheiden sich also Thiere und Pflanzen durch die Art des Stoffwechsels, und es geht gleichzeitig aus diesem Unterschiede hervor, daß die Pflanzen die Vermittler des Lebens der ganzen Thierwelt sind. Denn nur die Pflanzen haben die Fähigkeit, aus

unorganischen Stoffen, wie sie die Natur darbietet, Kohlensäure, Ammoniak, Wasser und Salzen, ihren Organismus aufzubauen und zu ernähren und daraus diejenigen stickstoffhaltigen Substanzen zu präpariren, welche die Thiere zu ihrer Ernährung brauchen und allein verwenden können, da sie nicht jenes Vermögen besitzen, die rohen Naturstoffe ihrem Körper zu assimiliren.

Es würde ein sehr vergebliches Mühen sein, eine Maus oder ein Eichhörnchen durch Kohlensäure, Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff zu nähren; allein im Weizenkorn und in der Haselnuß sind diese Substanzen so vereinigt und vorbereitet zu Stärkemehl, zu Zucker, zu Fetten und ätherischen Oelen, wie das Thier sie braucht. Indessen giebt es auch hier Ausnahmen. Das sind einerseits die insectenfressenden Pflanzen, welche zwar auch wie andere Pflanzen ernährt werden können, aber doch auch thierische Nahrung zu sich nehmen, und die als Parasiten auf anderen Vegetabilien lebenden Pflanzen, wie viele Orchideen, welche von den Erzeugnissen jener sich nähren, kein Blattgrün bilden und Sauerstoff einathmen; andererseits Thiere, welche sich insofern den Pflanzen ähnlich verhalten, als sie, wie z. B. die grünen Süßwasserpolypen, Blattgrün erzeugen und wie die Ascidien sich mit einem Mantel aus Cellulose umgeben. Dabei wollen wir nicht unbemerkt lassen, daß die Thiere, was sie in einer Form von den Pflanzen empfangen, ihnen in anderer Form wieder zurückerstatten. Die Kohlensäure, welche die Thiere aushauchen, athmen die Pflanzen ein, und in den Excrementen der ersteren liegt der Vorrathsstoff, aus welchem neues pflanzliches Leben entsprießen kann, so daß im Haushalt der Natur nichts verloren geht, sondern in einem ewigen Kreislauf begriffen ist.

Sicherere Unterscheidungsmerkmale als die genannten finden wir, wenn wir zu den letzten Theilen der Pflanzen und Thiere, den Zellen, den Elementarorganismen, wie man sie genannt hat, zurückgehen. Die meisten Pflanzenzellen sind nämlich von einer Haut, einer Membran, umgeben und schließen sich so gewissermaßen von einander ab, die meisten Thierzellen dagegen sind hautlos, nackt; die ersteren bewahren während ihrer ganzen Existenz eine größere Selbstständigkeit, ihre Individualität und Unabhängigkeit von einander, die letzteren ordnen sich mehr dem Gesammtorganismus unter, führen zwar auch ein Leben für sich, geben aber zugleich ein größeres Maß von Selbstständigkeit auf als die Pflanzenzellen. Man hat oft einen Organismus treffend mit einem Staate verglichen, dessen einzelne Glieder die Zellen sind, und in welchem jedes durch seine specifische Thätigkeit, durch Arbeitstheilung, zur Erhaltung des Ganzen beiträgt. In diesem Sinne darf man sagen: die Pflanzenzellen leben in einer republikanischen Verfassung, die Thierzellen in monarchischer; in dem Staate

der ersteren genießt jedes Glied eine größere individuelle Freiheit als in dem der letzteren, in welchem die Leitung centralisirter ist.

Pflanzen und Thiere *wachsen*, — Pflanzen ins *Unendliche*, so lange sie leben und gesund sind (das Alter ist für Pflanzen keine Krankheit, wie für Thiere), diese wachsen *nur* bis zur vollendeten *Ausbildung* ihres Körpers. Es tritt eine Zeit der Reife ein, über welche hinaus ein Thier nicht größer wird, so lange es sich im Naturzustande befindet (Mastung ist ein unnatürlicher Zustand, und auch dieses Wachsthum dauert nicht fort bis zum natürlichen Tode); die Pflanze aber wächst unausgesetzt, sie möge Grashalm oder Mahagonybaum heißen, erst der Tod macht diesem Wachsthum ein Ende.

Thiere und Pflanzen haben *Theile*, *Glieder*, *Organe*; das Thier einer und derselben Species immer eine genau *bestimmte*, niemals sich vermehrende oder vermindernde *Anzahl*, die Pflanze eine außerordentlich *wechselnde*. Ein Jeder weiß, daß zu dem Begriffe Hund, Katze, Pferd u. s. w. vier Füße gehören, mehr oder weniger ist eine Mißgeburt oder eine Verstümmelung. Wer kann sagen, wie viele Zweige dazu gehören, damit man ein Ding für einen Rosenstrauch erkennen — wie viele Blätter, damit man ein anderes für einen Kirschbaum erklären müsse! Der Rosenstrauch in des Nachbars Garten, welcher 30 Zweige hat, ist darum nicht mehr und nicht weniger ein Rosenstrauch als der in meinem Garten, welcher nur 4 Zweige hat; ein Thier aber, welches 6 Füße hat, wird Niemand für ein Säugethier erkennen, man nennt das Thier „Insect", und ein Thier ohne Füße nennt man Wurm oder Schlange, Made, Fisch.

Wir sehen aus diesen Beispielen, daß die Zahl von vier Füßen keineswegs zu dem Begriffe „*Thier*" gehört, denn es giebt deren mit mehr und mit weniger Füßen; aber die *immer gleich bleibende Zahl* gehört dazu, indessen ein solches Festhalten einer oder Gleichbleiben einer anderen Zahl bei einer Pflanze keineswegs stattfindet. Ein Eichbaum ist ein vollständiger Baum so gut mit zwei als mit zwanzig Zweigen und Aesten, so gut mit 500 als mit 10 000 Blättern.

Es ergiebt sich hieraus eine *bestimmte Grenze* des Wachsthums für das Thierreich, ein *Mangel einer solchen Grenze* für das Pflanzenreich. Das letztere tritt dadurch für seine Bestimmung, organische Stoffe aus der Verbindung unorganischer Elemente zum Verbrauch für die Thiere zu bereiten, mächtig wirksam auf. Es verbraucht gewissermaßen selbst nicht, es häuft auf zum Verbrauche. Jede Pflanze ist eine Vorrathskammer, ein Speicher; alljährlich wird darin eine neue Quantität Nahrungsstoff für höher organisirte Geschöpfe niedergelegt (oder alltäglich bei den nur halbjährigen Pflanzen), und darum auch ihr fortdauerndes Wachsen.

Nicht so mit dem Thiere. Dieses häuft nicht auf, es verbraucht. Die organische Materie, welche es zu sich nimmt, wird zum Theil in andere organische Stoffe zur Nahrung des Thieres verwandelt, zum Theil ausgestoßen; mit diesem ausgestoßenen Stoff aber gehen auch andere, nicht mehr für den Körper brauchbare Substanzen fort; das Thier nimmt zu so lange, als es mehr aufnimmt, wie es auf seinen vielen Ausscheidungswegen wieder von sich giebt; das Thier bleibt in seiner Form, Größe, Stärke stehen (es ist ausgebildet, ausgewachsen), wenn Aufnahme von organischer Substanz und Abgabe verbrauchter sich die Wage halten; das Thier nimmt ab (es altert, wird schwächer), wenn es nicht mehr so viel aufnimmt, als es ausscheidet, d. h. nicht sowohl, wenn es weniger frißt, als wenn es weniger verdaut und sich aneignet. Das viele Essen macht nicht groß und stark, das sehen wir an überfütterten Kindern, sondern das Aufnehmen, das Assimiliren des Genossenen.

Ist endlich der Proceß des organischen Lebens so weit gediehen, daß eine solche Aufnahme gar nicht mehr stattfindet, so erfolgt der Tod, und die organische Substanz wird zersetzt und geht wieder in unorganische zurück.

In Betreff der höheren Pflanzen und Thiere können wir noch einige formelle Unterscheidungsmerkmale aufführen und zeigen, wie sie sich im Bauplan ihrer Gestalten unterscheiden. Denn die Gestalt der Theile eines Organismus ist im Allgemeinen eine vollkommen bestimmte, so daß man aus jedem einzelnen Knochen auf das Thier, dem er angehörte, aus jeder Blume und jeder Frucht, ja aus den meisten Blättern auf die ganze Pflanze schließen kann.

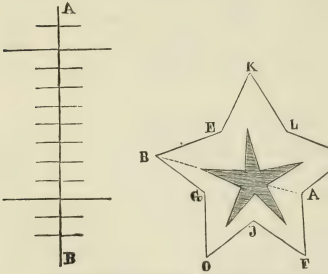
Der Leser wird fragen: wie ist es möglich, einen Urtypus, eine Grundform anzugeben, in welcher die vielen tausend Pflanzen- und Thierformen aufgehen, wiederzuerkennen sind? Und dennoch ist es ganz leicht, wiewohl gerade in dieser Einfachheit der Aufgabe ihre Schwierigkeit liegen mag — es ist das Ei des Columbus.

Der thierische Körper ist so gebaut, daß man ihn durch einen Schnitt in zwei gleiche Hälften theilen kann; das ist mit keiner Pflanze anders als zufällig möglich; bei dem Thiere aber ist es Gesetz, und man nennt diesen Bau „symmetrisch“. Sobald das Wort ausgesprochen ist, sieht ein Jeder die Richtigkeit der Behauptung sofort ein, und er weiß auch sogleich, wie der Schnitt laufen muß, um eine Maus, einen Sperling, einen Frosch, eine Schlange, einen Fisch in zwei gleiche Hälften zu theilen. Niemand aber würde wagen, zu behaupten, er könne einen Palmbaum, eine Erdbeerstaude, ein Farrenkraut, einen Grashalm in zwei gleiche Hälften theilen.

Auch bei den Thieren so gut wie bei den Pflanzen findet eine unendliche Mannichfaltigkeit der Form statt; man macht daher mit Recht Unter-

abtheilungen und sagt, die eigentliche Symmetrie kommt nur den ausgebildeten Thieren zu, den Wirbelthieren, wovon wir die hauptsächlichsten Repräsentanten, nämlich Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, genannt haben; aber auch die niederen Thiergattungen beanspruchen etwas Aehnliches, wenn auch nicht ganz Gleiches. Dies ist noch bei vielen Würmern und Insecten der Fall, die alle noch durch einen Schnitt in zwei gleiche Theile getheilt werden können, und zwar nur durch einen, nicht durch zwei oder mehrere. Dies Letztere findet aber statt bei allen strahlenförmig gebildeten, d. h. bei den Weichthieren, Seesternen, Polypen u. s. w. Ein Schema läßt sich leicht geben; die höher organisirten Thiere sind durch eine gerade Linie mit rechts und links davon ausgehenden Auswüchsen, die Polypen durch einen Stern mit unpaarig viel Strahlen darzustellen.

In der ersten Figur der nachstehenden Zeichnung ist A B die Theilungslinie, in welcher immer das ganze Rückgrat oder die Mitte des Rückens auf einer Seite, die Mitte der Brust auf der andern liegt; die seitlich ausgehenden Linien bezeichnen Arme, Füße, Tatzen, Flossen, Ruder, Flügel, wie man die längern Extremitäten zu nennen hat, verschieden nach der Gruppe, welcher die Thiere angehören; die anderen kürzeren Seitenlinien stellen die Rippen, Gräten, Panzerringe (bei den Käfern, Insecten, Krebsen) vor, und sie sind gleich den längeren Auswüchsen immer paarig. — In der zweiten Figur, dem Repräsentanten vieler Weichthiere, findet man eine strahlen- und sternförmige Bildung, daher sie auch Radiaten genannt werden. Auch hier ist eine Theilung in zwei gleiche Theile möglich, aber nicht mehr durch nur einen, sondern wie bei dem vorliegenden Schema durch fünf verschiedene Schnitte, wie von A nach B u. s. f., immer von einem einspringenden Winkel nach einem äußeren, wie die Buchstaben E F, K J ꝛc. solches andeuten. Diese vielfältig mögliche Theilung charakterisirt die Thiere niederer Ordnung.



Symmetrischer und unsymmetrischer Bau.

Aber auch hier giebt es Ausnahmen: die Infusorien und auch größere Thiere, z. B. die Muscheln, ja selbst noch höher entwickelte Thiere, Fische, die zur Familie der Pleuronectae gehören, wie die Scholle, die Steinbutte,

sind nicht symmetrisch theilbar, indem bei letzteren der Kopf verdreht, der Mund schief ist und beide Augen auf einer Seite stehen.

Die höheren Pflanzen haben bei aller Verschiedenheit der Form doch auch einen Grundtypus, das ist das Wurzeln im Boden, das Entfalten von Laub an der Atmosphäre und das Verbinden der Wurzelkrone mit der Laubkrone durch einen senkrechten Stamm, wie kurz er immer sei: zu dem Stamm gesellen sich (mehr oder weniger) wagerechte Zweige und Wurzeln.

Merkwürdig ist, daß beide Gruppen, Thiere und Pflanzen, das, was sie Regelmäßiges und Unregelmäßiges haben, mit einander verwechseln. Bei dem Thiere ist das *Ganze* symmetrisch, bei der Pflanze der *Theil*. Bei dem Thiere ist der Theil unsymmetrisch, bei den Vegetabilien das Ganze.

Wir wollen uns näher darüber aussprechen. Eine Hand, ein Fuß kann nicht so getheilt werden, daß seine beiden Hälften gleich sind, ein Arm, ein Bein ebenso wenig, nicht einmal ein Knochen eines Armes, nicht einmal eine Rippe. Bei der Pflanze sind die Blätter symmetrisch, (nur die wenigen schiefblättrigen ausgenommen), fast immer sind es auch die Blumen, die Früchte; auch findet sich die *Zweitheiligkeit* ebenso wie die *Mehrtheiligkeit*. Blätter können nur durch *einen* Schnitt in zwei gleiche Theile getrennt werden, die Früchte durch zwei (Nüsse, Pfirsiche), durch viele (Melonen, Orangen), ja durch unzählige, wie alle kugelförmigen, wenn man die Stelle des Keimes nicht berücksichtigen will, was allerdings nicht nöthig ist, da es sich nur um die äußere Form handelt; auch das in zwei Theile getheilte Säugethier ist *innerlich* nicht symmetrisch; es hat auf einer Seite die Lungen, auf der andern das Herz ꝛc.

Alle Organismen haben eine Axe (Stamm, Rückgrat, Mittellinie des Rumpfes); die Pflanzen unterscheiden sich von den Thieren dadurch sehr entschieden, daß ihre Axe immer eine senkrechte ist, die Thiere dagegen (mit Ausnahme des Menschen) eine horizontal liegende Axe haben. Wir müssen allerdings auch hier zugeben, daß die Sonderung nicht so strenge genommen werden kann, indem die Polypen und Sternthiere auch eine senkrechte Axe haben, die Pflanzen haben *nur diese*, und jedenfalls unterscheiden sich die Thiere in der Stellung von den Pflanzen dadurch, daß ihre Axe verschiedene Richtungen annimmt, indeß die Pflanzen nur die eine Richtung von unten nach oben haben. Aber die Natur ist eine entschiedene Feindin aller Systeme — es giebt auch hier Ausnahmen in den kriechenden Pflanzen.

Haben wir gesehen, daß die Frage nach den Unterschieden zwischen Thieren und Pflanzen sich nicht allgemein gültig beantworten, daß eine unverrückbare Scheidewand zwischen den beiden Reihen sich nicht ziehen

läßt, so ist dagegen die Frage, ob Pflanzen oder Thiere zuerst auf Erden aufgetreten sind, sehr leicht zu beantworten. Die Pflanzen waren es.

Dies muß einem Jeden über allem Zweifel sein, wenn er die einfache Thatsache erwägt, daß wohl Pflanzen ohne Hülfe der Thiere existiren können, nicht aber Thiere ohne den Beistand der Pflanzen; selbst der Löwe und die Riesenschlange können der Pflanzen nicht entbehren, obwohl beide auf einem Heuschober oder in einem Kornspeicher unzweifelhaft verhungern würden; aber der Löwe, welcher kein Laub, kein Gras und keine Frucht als Nahrung für sich anerkennt, nährt sich von laub- und kornfressenden Thieren; ohne Pflanzen aber wären diese letzteren nicht auf der Erde, und mithin kann der Löwe ohne Pflanzen nicht bestehen. Dasselbe gilt vom Adler und vom Krokodil; selbst die Schwalbe, welche nur von Insecten lebt, würde auf einer pflanzenlosen Einöde nicht existiren können, weil auf ihr keine Insecten zu finden wären.

Neben diesem einem Jeden sofort einleuchtenden Grunde geht noch ein tiefer liegender parallel. Die Thiere, soweit dieselben durch Lungen athmen, vermögen eine Ueberfüllung der Atmosphäre durch Kohlensäure nicht zu ertragen; es war bei der vorauszusetzenden starken Anhäufung von Kohlensäure also nöthig, daß diese fortgeschafft wurde, und dies geschah durch die Pflanzen, welche sich gerade bei einer reichlichen Menge von Kohlensäure sehr wohl befinden, die sie zum Ausbau ihrer Körper verwenden. Die Archive der Vorwelt haben uns auch aus den frühesten Epochen nur Wasserthiere, welche die im Wasser gelöste Luft zur Athmung verwenden, und aus den nächstfolgenden Epochen Amphibien aufbewahrt, welche noch heutigen Tages (wie directe Versuche, von Humboldt angestellt, bewiesen haben) mit solchen Athmungswerkzeugen versehen sind, die ihnen den Sauerstoff in der Luft in einem gewissen Grade entbehrlich machen, oder genauer, welche in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre, die so beträchtliche Mengen Kohlensäure enthält, daß ein warmblütiges Thier, ein Vogel, ein Kaninchen, mit dem ersten Athemzuge den Tod erleiden würde, leben können. Möglich aber ist es doch, daß die Urahnen der Thierwelt gleichfalls wie die Pflanzen im Stande waren, sich durch Aufnahme unorganischer Substanzen zu ernähren, aus denselben wie jene Eiweiß zu bilden.

Urweltliche Pflanzen.

Wenn wir in dem vorigen Abschnitt von den Organismen im Allgemeinen und dann von den Unterschieden zwischen Pflanzen und Thieren gesprochen haben; wenn sich ferner die Frage, welche von beiden Gruppen war die erste zur Befruchtung und Bevölkerung der Erde? zu Gunsten der Pflanzen entschieden hat: so ziemt es uns, jetzt diese Gruppe und ihre untersten Glieder näher zu betrachten.

In allen Organismen spielt die Zelle eine Hauptrolle. Sie ist in allen über die unterste Stufe des Daseins hervorragenden Organismen das erste Erkennbare, wenn schon nicht das Erste. Ursprünglicher als die Zelle, zu deren wesentlichem Merkmal ein in der Protoplasmamasse schwebender Kern gehört, ist jedenfalls das kernlose Protoplasma selbst. Die Zelle aber ist das eigentliche Individuum der Pflanze.

Die Zelle wächst durch Aufsaugen von Stoffen so lange, als die Zellenwand es gestattet; sie vergrößert auch wohl durch Ernährung die Zellenwand, sie bildet neue Zellen in ihrem Innern und stellt so eine Zellengemeinde dar, oder sie theilt sich durch Einschnürung in zwei, die sich von einander trennen (Fortpflanzung durch Theilung) und ganz gleich beschaffen sind, oder bildet an einer bestimmten Stelle eine Hervorragung, welche zur Zelle anwächst und sich als kleinere von der Mutterzelle entweder nur mehr oder weniger sondert und selbstständig fortwächst oder sich vollständig von ersterer trennt (Knospenbildung); oder die Zellengemeinde stößt durch Zerreißung der Wandung eine Zellengruppe aus, welche selbstständig ihr Dasein fortsetzt (Keimknospenbildung), oder endlich sie stößt nur eine Zelle, eine Keimzelle, Spore, aus, welche einen neuen Organismus in derselben Weise bildet (Sporenbildung).

Dies sind die einfachsten Fortpflanzungsprozesse; das Mikroskop hat uns dieselben kennen gelehrt, sie sind den Pflanzen wie den Thieren, nur in verschiedener Ausdehnung, gemeinschaftlich, wie z. B. die Knospenbildung im Thierreich nur wenig, im Pflanzenreich dagegen allgemein verbreitet ist.

Den allgemeinen Unterschied zwischen vegetabilischer und animalischer Zelle haben wir früher (S. 87) bereits angegeben. Es hängt damit zusammen, daß die erstere während des ganzen Lebens eine gewisse Starrheit ihres Zustandes zeigt, indeß die thierische Zelle sich durch eine große Beweglichkeit ihrer Zustände auszeichnet und ihre Substanz durch ein mannichfaltigeres Lebensbedürfniß unaufhörlich verändert. Bei dem Thiere ist die Einzelzelle das Untergeordnete, bei der Pflanze bleibt dieselbe allen übrigen coordinirt und

bis in das späteste Alter unverändert. Immer sind es neue Zellen, welche sich bilden, an die anderen reihen, sich selbst durch die Endosmose ernähren und vergrößern, die Nachbarzelle ernähren helfen durch Exosmose (Aushauchung, Ausathmung), niemals durch directen Eintritt von einer Zelle in die andere. Es geschieht zwar bei den Pflanzen, daß zwei Zellen sich zu einer verbinden, eine dritte und vierte in derselben Richtung sich an die ersten anschließt, daß dieses eine ziemliche Strecke so fortgeht und sich solchergestalt Röhren bilden; allein diese Röhren selbst sind nur vergrößerte Zellen, sie sind durchaus abgeschieden, ohne Oeffnung, ohne Verbindung mit anderen Röhren, niemals den Adern im thierischen Organismus zu vergleichen, sondern stets den Zellencharakter behaltend, durch Wandung von andern geschieden und den Stoffwechsel nur durch Einsaugung und Ausstoßung bewirkend.

Dasselbe findet bis zum letzten Ende der Pflanze statt. Die Zellen sind überall geschlossen; die Meinung, sie hätten Poren zur Aufnahme und zur Ausscheidung von Stoffen, ist durch die Beobachtung nicht erwiesen; die letzte Wurzelfaser erscheint so gut ganz geschlossen wie die äußerste Blattspitze; die Nahrung tritt in die Pflanze lediglich durch Auffaugung. Die eigentlichen Thiere haben wenigstens eine Oeffnung zur Aufnahme von Speise, die dann auch zum Ausstoßen des Unbrauchbaren dient; mehrentheils haben sie aber zwei, höher organisirte sogar drei zur Ausscheidung flüssiger und fester Substanz; endlich haben diese letzteren noch unzählige Poren zur Ausscheidung dampfförmiger Flüssigkeiten. Lauter Vorzüge höher organisirter Geschöpfe, und ein besonderer Vorzug der Thiere, den der Verfasser nicht beneidenswerth findet, und den er gern von den Thieren entfernt wünschte, indem das Mehrzusichnehmen, als verbraucht wird, und das höchst unappetitliche Vonsichgeben des nicht Verbrauchten als festes oder flüssiges Excrement, als Nasenschleim, als Speichel, als Schweiß durchaus nicht etwas ist, das er als Vorzug vor den Pflanzen anzuerkennen vermag. Es ist nun einmal so, und das Kennzeichen einer niederen Organisation ist der Mangel all dieser Uebelstände, ohne welche jedoch die höher organisirten Geschöpfe nicht bestehen können; denn wir wissen aus Erfahrung, daß der Stillstand irgend einer solchen Thätigkeit immer den Tod nach sich zieht.

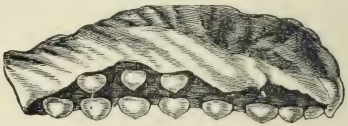
Die einfachen pflanzlichen Organismen, so weit wir sie in der Gegenwart kennen, sind aus lauter gleichen Zellen zusammengesetzt, die nirgends einen Unterschied an Wurzel, Stamm und Axe erkennen lassen, denen daher auch Blätter, Blüthen und Früchte, Kennzeichen höherer Entwickelung, fehlen. Diese niedrigsten Pflanzen vermehren sich durch abgetrennte Zellen, welche man Sporen nennt, wie die Algen, ursprünglich wohl

ausschließlich im Wasser lebend, und erst später zu Land- oder Luftalgen sich entwickelnd.

Wenn wir von der ältesten urweltlichen Flora handeln wollen, so müssen wir uns an diese ersten Repräsentanten vegetabilischer Organisation wenden; sie dürften das Aelteste sein, was dagewesen. Exemplare von vorweltlichen Algen finden wir allerdings nicht, zur Erhaltung war ihr Körper nicht geeignet, aber eine Schicht sehr alten Sedimentgesteines verräth ihre Anwesenheit. Das unterste Glied der aus dem Wasser abgesetzten festen Substanz ist der Urthonschiefer, eine feste, dichte Thonmasse, der älteste Meerschlamm des damals wohl noch heißen, später sich abkühlenden Wassers, das die Erde bedeckte. Dieser Thon von feinschieferiger Fügung, zu Tafeln und zu Dachplatten (bei dicker Schieferung zu Schleifsteinen) benutzt, ist grünlich, braungrau oder schwarz; in den beiden letzten Fällen rührt die Farbe von beigemengter, fein zertheilter Kohle her. Man muthmaßt, daß in diesem Schiefer die ersten Spuren der Vegetation, die Algen, niedergelegt sind, nicht kenntlich, weil ihre Substanz zu zart und zu weich ist, also unmöglich dem hohen Druck und der hohen Temperatur Widerstand leisten konnte, wenn nicht gerade diese hohe Temperatur der Entstehung irgend eines Organismus hinderlich, die Kohle also vielleicht gestaltlos, als bloßer Niederschlag aus der vorhandenen Kohlensäure auftritt.

Eine andere Gattung niedriger Pflanzen weicht so sehr in ihrem anatomischen Bau, ihrer Ernährungs- und Lebensweise von allen anderen Pflanzen ab, daß sie eine Sonderstellung einnehmen, ja daß Häckel geneigt ist, sie aus dem Pflanzenreich in das Protistenreich zu verweisen: es sind dies die Pilze, welche man mit den Schmarotzerthieren vergleichen möchte, welche von anderen Organismen leben, die abgestorben sind; wie die Würmer von der thierischen Leiche, so leben die Pilze von der Pflanzenleiche. Ihre Anwesenheit setzt also immer eine frühere Anwesenheit anderer Pflanzen voraus; da man in den ältesten Schieferlagern auch schon Spuren kleiner Pilze entdeckt hat, so liefern sie einen indirecten Beweis, daß vor ihnen schon andere Pflanzen vorhanden waren, von denen sie leben konnten, denen sie ihre Entstehung verdankten. Vielleicht sind sie aus Fadenalgen hervorgegangen, welche ihre selbstständige Lebensweise aufgaben und in Parasitismus verfielen. Wahrscheinlicher ist indeß im Hinblick auf die Sonderstellung, welche sie einnehmen, daß sie aus anderen Anfängen sich selbstständig entwickelt haben. In diesem Falle aber bemächtigten sie sich schmarotzernd der Algen und — was das Merkwürdigste dabei ist — der Wirth wie der Parasit gaben ihren früheren Existenzzustand auf und vereinigten sich friedlich zu einem neuen Gebilde, den

Flechten. Daß diese keine selbstständige Stellung im Pflanzenreiche zu beanspruchen haben, daß sie eine Vergesellschaftung von Algen und Pilzen sind, ist nach den neueren Untersuchungen von Schwendener, de Bary u. A. kaum mehr einem Zweifel unterworfen. Uebrigens ist Alles, was an Spuren urweltlicher Pilze aufgefunden ist, so verwischt, daß das Bild, welches man sich von diesen Gegenständen machen möchte, ein sehr zweifelhaftes wird, und dies um so mehr, als gleichzeitig mit dem matten, kaum erkennbaren Abdrucke von gestielten Pilzen auch die deutlicher sichtbaren Spuren von Fucusblättern in langen, bandartigen Streifen, mitunter sogar unverkennbar geästelt, vorkommen. Wo man mit mehr Sicherheit Pilze zu erkennen glaubt, da sind es abgesonderte kugelige Massen von einer anderen Thonart als diejenige, welche die Grundlage des Schiefers bildet. Der weiche Pilz, von der ihn umhüllenden Masse ganz eingeschlossen, konnte, gleich einer mit Wasser umhüllten Blase, einem ungeheuren Drucke widerstehen; seine Substanz endlich selbst, von dem ihn umgebenden Thon aufgenommen, ließ einen leeren Raum zurück, in welchen vielleicht Wasser eindrang, das die verhärteten Bestandtheile aufgelöst mit sich führte und sie dort absetzte, wodurch der Abdruck gewonnen ward. Wie behutsam man bei Beurtheilung versteinerter Gegenstände sein müsse, wie leicht man getäuscht werden könne, möge die nachstehende Zeichnung einer bei Stonesfield gefundenen, in Dunckers und v. Meyer's Prachtwerk „Palaeontographica" beschriebenen Versteinerung beweisen. Wer dürfte



Kinnlade einer vorweltlichen Eidechse.

zweifeln, daß es Pilze sind, welche man sieht? Man möchte glauben, der erste Blick lehre, daß es junge Champignons seien; und doch ist dies keineswegs der Fall, ja es ist nicht einmal die entfernteste Verwandtschaft zwischen diesen Gegenständen und den gemuthmaßten Pilzen vorhanden; es sind die Kauzähne einer Rieseneidechse jener Urzeit.

Sind einmal Organismen irgend einer Art vorhanden, so vermehren sie sich aus innerem Triebe durch Fortpflanzung; also bei den Pflanzen niedrigster Art durch Ableger, durch Zellen, die sich aus den vorhandenen Zellen aussondern, bei den Pilzen durch einen Staub, den man auch durch die trefflichsten Mikroskope nicht hat als einen Samen erkennen können,

und der es denn doch sein muß, weil es unzweifelhaft feststeht, daß eben aus diesem Staube neue Pilze entstehen; es ist dies ein fadenförmiger Körper, den man Pilzfaden oder Hyphe nennt.

Ob Aehnliches habe in jenem Wasser, welches man das Urmeer nennen darf, ob Aehnliches auf jenem ersten Lande habe entstehen können, welches aus diesem Urmeer auftauchte, ist wohl nicht ohne Grund gefragt und bezweifelt worden; denn die Temperatur des Wassers und der ihm entstiegenen Erde muß doch eine sehr hohe gewesen sein; und wenn schon zu der Zeit, wo die ersten Pflanzen entstanden sein sollen, nicht mehr so hoch, so überschritt sie doch Alles, was die meisten uns bekannten Organismen noch ertragen können, wenn sie keim- und lebensfähig bleiben sollen. Bei 60 Grad R. gerinnt der Eiweißstoff, und das Nichtgerinnen ist eine Lebensbedingung; ja, man darf ein Ei gar nicht so weit erhitzen, um es brutunfähig zu machen.

Bekanntlich brüten die Aegypter ihr Geflügel künstlich in dazu vorgerichteten Oefen aus, eine Sitte, welche so alt zu sein scheint, daß sogar die Natur sich ihr nach und nach unterworfen hat: nämlich die in jenen Gegenden künstlich ausgebrüteten Hühner und Gänse brüten selbst nicht; sie legen Eier, welche vollkommen reif sind, und welche ihr Geschlecht fortpflanzen, allein sie selbst übernehmen das Geschäft des Brütens nicht. Das Klima trägt daran die Schuld nicht, denn mit den Europäern nach Alexandrien oder Cairo gebrachte europäische Hühner haben ihre Weise nicht abgelegt; auch brüten ja alle Vögel, welche im Naturzustande leben, dort ebenso gut wie in höheren Breiten.

Diese künstliche Art der Bebrütung hat der Naturforscher sich angeeignet, um die Natur in ihrer Werkstatt zu belauschen; man bringt einige Dutzend gute Eier in eine mit Baumwolle gefütterte Blechschachtel, setzt die untere Fläche auf ein gleich großes Gefäß mit Wasser und erwärmt dieses so, daß ein darin befindliches Thermometer fortwährend 32 Grad R. zeigt. Der Raum um die Eier her, durch Watte wohl vor zu starkem und plötzlichem Luftwechsel geschützt, hat nun die zur Belebung nöthige Wärme von $38^1/_2$ Grad C., und man kann, wenn man täglich ein Ei öffnet, den Fortschritt der Bildung des Thieres beobachten. Zuerst zeigt sich an der äußersten Peripherie des Gelben eine pulsirende Stelle, das ist der sogenannte hüpfende Punkt, das dereinstige Herz; dann sieht man ein Paar blaue Punkte entstehen, die Augen u. s. w. Es ist diese Untersuchung höchst lehrreich und hat die Physiologie um eine große Reihe merkwürdiger Thatsachen bereichert. Allein Behutsamkeit in hohem Grade ist bei dem drei Wochen lang dauernden Experiment unerläßlich; steigt durch Unvorsichtigkeit die Temperatur einmal auf 40 Grad, so ist das Leben aller noch

übrigen Thiere zerstört, der Eiweißstoff gerinnt und man hat gekochte Eier statt ausgebrüteter.

Wenn nun nicht geleugnet werden kann, daß die Erde und das sie umgebende Wasser so heiß und viel heißer war, so folgt daraus, daß der Eiweißstoff gerinnen mußte und mithin die Lebenskraft verloren hatte.

Es ist sehr merkwürdig, daß dieser Schluß, so richtig er für höher organisirte Thiere und Pflanzen, doch für niedrig organisirte Geschöpfe keineswegs gültig zu sein scheint, wie deshalb angestellte Experimente erwiesen haben. Dieselben haben ergeben, daß gewisse niedere Organismen, welche die Ursache der Fäulniß sind, Bacterien, Spaltpilze, hohe Temperaturen ertragen können; nach den Versuchen von Brefeld werden die Sporen von Bacillus erst bei einer Temperatur, die höher ist als die Siedetemperatur des Wassers, getödtet, und in manchen heißen Mineralquellen, deren Temperatur nicht weit unter der Siedhitze des Wassers liegt, vegetiren Pflanzen.

Die Fortpflanzung solcher niederen Organismen geht oft mit großer Schnelligkeit vor sich.

Eine irdene Schüssel mit Wasser, an einem sonnigen Orte stehend und stets mit Wasser gefüllt erhalten, bezieht sich sehr bald mit einem glatten Schleim, der grünlich wird und endlich unter dem Mikroskop seine vegetabilische Natur sehr unzweifelhaft zeigt; ein Sommer genügt, um eine zwei Messerrücken dicke Schicht solchen Mooses zu erzeugen; in einem Teich wird das Wasser (wenn es nicht mit einer gewissen Lebhaftigkeit durchströmt, was der Pflanzenbildung ungünstig ist) schon nach wenig Jahren den Boden mit einer mehrere Fuß dicken Schicht von sogenanntem Schlamm überzogen haben, der fast ganz und gar vegetabilischer Natur ist, und worin sich nur dasjenige von Mineralien findet (Thon und Kiesel oder Kalk), was das einfließende Wasser aufgelöst enthält, und was es zur Nahrung der Pflanzen mit diesen zugleich absetzt.

Aus solchen, für die meisten Vegetabilien höchst nahrungsreichen Ansammlungen entwickeln sich nach und nach sehr viele Sumpfpflanzen, unter denen der Schachtelhalm, das Rohr und das Schilf vorwalten.

Wir haben bereits bemerkt, daß, wenn wir eine Urzeugung annehmen, wir jedenfalls nur berechtigt sind, einer solchen die Entstehung der einfachsten Organismen zuzuschreiben. Denn höher entwickelte entstehen unzweifelhaft stets aus Vorgängern. Zwar ist uns auch die individuelle Entwickelung eines höheren Organismus aus dem Keim, Samen oder Ei ein ungeheures Räthsel; zwar läßt sich die spontane Entstehung eines Lebewesens nicht direct beobachten, und vielleicht bleibt uns eine solche Beobachtung für ewig verschlossen: aber da sich das Gegentheil auch nicht beweisen läßt und es fast

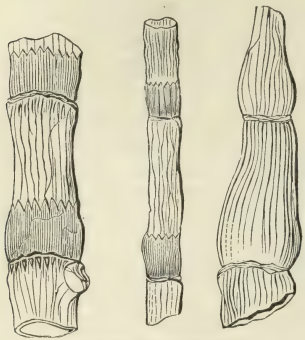
wie eine nothwendige logische Forderung erscheint, eine generatio aequivoca in der Urzeit anzunehmen, so ist es jedenfalls naturgemäß, dieselbe auf Organismen einfachster Art, wie wir früher angegeben haben, zu beschränken und von ihnen die gesammte Mannigfaltigkeit der Lebewelt durch allmähliche Entwickelung, als eine Folge der Abänderung und Anpassung an die veränderten Lebensbedingungen und Vererbung der neugewonnenen Eigenschaften abzuleiten und nach Darwins Lehre die natürliche Auslese oder Zuchtwahl als das Verhältnis zu betrachten, daß die von Natur durch irgend welche Eigenschaften begünstigteren Formen im Kampfe um das Dasein, für den sie besser ausgerüstet sind als andere, erhalten bleiben, während ihre minder gut ausgestatteten Concurrenten unterliegen und zu Grunde gehen, wenn sie sich nicht den jedesmaligen Existenzbedingungen anzupassen vermögen.

Die Geburtsstätte der organischen Welt ist ohne Zweifel das Meer, und wer vermöchte zu sagen, ob der Schooß des Meeres nicht noch jetzt niedere Geschöpfe spontan gebiert! Nehmen doch viele Naturforscher noch heute eine spontane Entstehung niederer Pilze an!

Die ältesten eigentlichen Pflanzen, welche im Urmeere aufgetreten sind, sind die Algen, zu denen die Tangarten gehören, und wenn man bedenkt, daß wir heute noch mehr als sechstausend Formen dieser Familie kennen, so darf man annehmen, daß das Urmeer von ihnen wimmelte. Die Algen sind ausgezeichnet durch ihren Formenreichthum und glänzende Farben, wie die höchstentwickelten Algen, die Florideen, welche einen rosen- oder purpurrothen Farbstoff neben dem grünen bilden. Wir kennen sie als einzellige Gebilde, in Form von verästelten Schläuchen, ausgebreiteten Flächen, bis zur Aehnlichkeit mit den höheren Pflanzenformen, ohne daß sie Stengel, Wurzel oder gezähnte Blätter bildeten, und sie sind es auch, welche die Oberfläche des atlantischen Oceans mit schwimmenden Wiesen erfüllen, welche man Sargassotang nennt. Trotz ihres wahrscheinlich noch größeren Formenreichthums der Vorzeit haben sich nur verhältnismäßig wenige Arten fossil erhalten, weil die weiche, gallertartige Consistenz ihres Körpers hierzu nicht geeignet war. Man kennt indessen etwa 180 Arten in den ältesten Schichten des silurischen Systems.

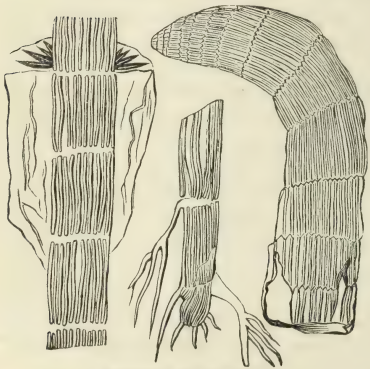
Auf dem Lande lebten nur wenige Algen, um so mehr aber Pilze, welche ihnen wahrscheinlich folgten, und von denen auch einige fossil erhalten sind. Die Flechten sind, wie bereits bemerkt, als eine Vergesellschaftung von Algen und Pilzen zu betrachten. Auch von ihnen wie von den nächst höheren Moosen sind nur wenige fossil auf uns gekommen; dagegen kennen wir zahlreichere Exemplare von Schachtelhalmen in versteinertem Zustande von der Dicke und Länge der stärksten Mauergerüst-

stangen (siehe die folgende Figur), von wunderbar schöner Gliederung, hoher Entwickelung im Stamm, in fadenförmigen Blättern, Krone, kieselhaltiger Rinde, während sie in ihren jetzt lebenden Nachkommen nur durch kleine Formen repräsentirt sind.



Versteinerte Schachtelhalme.

Auch riesige Calamusarten (Kletterpalmen) mit starkem Stamm und breiten und festen Blättern haben, Dank ihrer derberen Structur, den zerstörenden Wirkungen der Verwesung sowohl als der Quetschung durch aufgelagerte Massen von Thon und Sand Widerstand leisten können; daher finden wir in den ältesten Sedimentgesteinen, in welchen überhaupt noch Versteinerungen mit Sicherheit nachzuweisen sind, in der Grauwacke, diese Formen ganz deutlich erkennbar und in großen Massen vor.

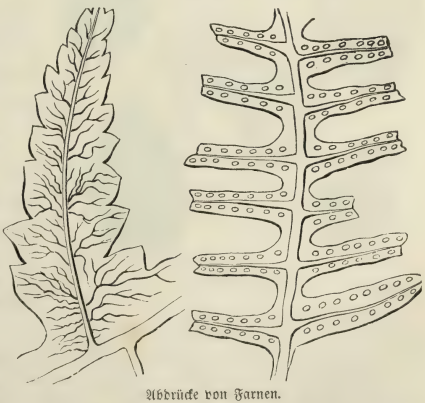


Versteinerte Kletterpalmen.

Dasselbe findet statt mit einer Pflanze, welche wir gleichfalls nur in einem, gegen die verwandten vorweltlichen Arten ungemein verkümmerten Zustande noch lebend finden, den Farnkräutern, bei uns in schattigen, feuchten Wäldern dichte Büsche von lebhaftem, frischem Grün mit ausgezähnten oder gefiederten, fächerartig breiten Blättern bildend; in den heißen Gegenden in außerordentlich vielen Spielarten sehr viel größer, ja häufig baumartig mit einem Stamme von mehr als 20 Fuß Höhe (siehe die folgende Figur). Doch diese Höhe will gar nichts sagen gegen die Stämme von Farnen, welche man versteinert findet; auch ist ihre Mannichfaltigkeit so außerordentlich groß, daß man bereits 500 von ein-

ander ganz verschiedene Species entdeckt hat. Die Farne widerstehen mit großer Zähigkeit der Fäulniß, wie die Stämme der Palmen, wie das Holz der Cacteen; dies dürfte der Grund sein, warum man mächtige, ausgedehnte Kohlenlager von 50 Fuß Dicke fast nur aus Farnen geschichtet findet. Da, wo die Kohle schieferartig ist, sind es vorzugsweise die Blätter gewesen, welche sie gebildet haben; man sieht in den meisten Steinkohlen ihre Abdrücke ganz deutlich; besser haben sie sich allerdings im Thonschiefer erhalten, in welchem man sie in einer so großen Vollkommenheit gefunden hat, daß sie bis zu den zartesten Fäserchen, zu den feinsten Spuren des netzförmigen Adergewebes noch kenntlich sind (siehe die beigegebene Figur), ja daß man mittelst des Mikroskopes sogar noch die an der unteren Seite der Blätter befindlichen feinen Narben mit den Samenkapseln und in diesen die Samen selbst, obschon im verkohlten Zustande, sehen kann.

Baumartiges Farnkraut.



Abdrücke von Farnen.

Man erstaunt über die ungeheure Fülle der Pflanzen, welche dort gestanden haben muß, über die schöpferische, nährende Kraft der Erde, wenn man erfährt, daß es Steinkohlenlager giebt, in welchen Stämme von 60 Fuß Länge mit ihren Wurzeln wohlerhalten aufrecht stehen, und

daß von diesen ihren Wurzeln im Thonschiefer aufwärts bis weit über die Enden der abgebrochenen Stämme Alles feste Kohle ist, nur aus den zusammengepreßten Blättern solcher Farn-, Palmen-, Rohr- und Schilfarten bestehend.

Die Abdrücke solcher Pflanzen, wie derselben hier gedacht ist, befinden sich durchaus nicht in den allerältesten Gesteinen. Diese zeigen nur die höchst einfachen Zellenpflanzen, und der bereits angeführten leichten Zerstörbarkeit wegen auch sie nur äußerst selten so erhalten, daß man sich ein Bild von ihnen machen kann. Die nächste Periode, unmittelbar auf die älteste folgend, ist die der Farne, und mit ihnen zugleich treten als älteste Kohlengebilde die Steinkohlen auf, und es ist unverkennbar und unzweifelhaft, daß sie wirklich von Pflanzen herrühren, indem nicht nur deren Abdrücke darin vorkommen, sondern stellenweise sie sich bis in das Unendliche zu lauter Blättern spalten lassen, zwischen denen sich dann noch viel wohlerhaltene Zweige, die Stämme und die festen Kerne oder die holzigen Früchte finden, an denen man die Arten zu erkennen vermag, aus denen diese Anhäufungen von Kohlenstoff sich nach und nach bildeten.

Früchte vorweltlicher Pflanzen.

So zeigen die nebenstehenden Figuren Früchte, welche man Trigonocarpen und Cardiocarpen nennt, in großer Vollkommenheit, wie sie in der Steinkohlenformation überaus häufig gefunden, und welche von vielen Paläontologen für Palmenfrüchte gehalten werden.

Was die Pflanzen betrifft, aus denen die Steinkohlen sich bildeten, so könnte man wohl in Zweifel sein, ob sie an den Stellen, an denen sie sich jetzt befinden, wirklich gewachsen sind, oder ob sie dorthin geschwemmt worden sind, und man hat sogar neuerdings wieder die schon früher ausgesprochene Ansicht aufgestellt, daß die Steinkohlen aus Anhäufungen von Meerespflanzen entstanden und die Landpflanzen, welche sich in den Steinkohlenlagern fossil finden, nur angeschwemmt seien. Allein gegen eine solche Annahme spricht durchaus der Umstand, daß die fossilen Reste in überwiegender Mehrzahl Landpflanzen sind, und daß man an vielen Orten, wie in der Mine Treuil bei St. Etienne, in Wales, Newcastl, fossile

Baumstämme *senkrecht* auf den Schichtenflächen stehend, also in der Wachsthumsstellung gefunden hat. Andererseits aber ist auch nicht zu zweifeln, daß *theilweise* die Pflanzen, aus denen die Steinkohlen entstanden sind, zugeschwemmt seien; nur die Ausschließlichkeit einer solchen Herleitung ist zu verwerfen.

Wer einen tropischen Urwald beschritten, wird unter seinen Füßen eine solche Menge von Pflanzenresten gesehen haben, daß der Gedanke, es könnten nach Jahrtausenden auch hier die Stämme in der durch die eigenen Kinder erzeugten Decke untergegangen und vergraben sein — ihm nicht so sonderbar erscheint, wie es auf den ersten Blick beinahe aussieht. Und in der That, in den Fällen, in denen die Stämme noch in der Kohlenmasse aufrecht stehen, ist gewiß der Gedanke, da, wo diese Stämme sich befinden, sei die Pflanzenmasse, welche das Material zu den Kohlen hergegeben, auch entstanden, am naturgemäßesten. Andererseits aber sehen wir ja, wie in *unseren Tagen* von den bewaldeten Hügeln das Laub, die Nadeln, die Zweige hinabgeführt werden auf die Thalsohle, wie sie muldenförmige Vertiefungen zu mehreren Fuß anfüllen — wie sollte denn dies in den Zeiten einer unendlich höheren Triebkraft der Gewächse und in Zeiten einer viel stürmischer bewegten Atmosphäre nicht noch leichter und noch öfter stattgefunden haben? Möglich ist es auch, daß selbst da, wo die Stämme mit sämmtlichen Wurzeln in den Steinkohlen stehen, der Pflanzenschmuck aus verhältnißmäßig naher Umgebung zusammengeschwemmt und aufgehäuft ist um die stehen gebliebenen Stämme bis über die Stelle, an welcher ihre Kronen sich wiegten, vielleicht abgebrochen durch dasselbe Naturereigniß, welches die Anhäufung der Blätter und Zweige um sie her veranlaßte.

Allein wir haben noch viel mächtigere Anhäufungen von Kohlensubstanz auf andere Weise zu erwarten, indem nicht nur von den benachbarten, sondern von den fernsten Gegenden das Material zu den Kohlen durch die riesigen Ströme der Vorwelt herbeigeführt wurde.

Wir haben bereits bemerkt, daß der Mangel an luftathmenden Thieren in der Periode der Steinkohlen-*Vorbildung* einen übermäßigen Reichthum von Kohlenstoff in der Luft, in der Form von Kohlensäure, verräth. Auf dieses Material stützt sich die außerordentliche Triebkraft der damaligen Pflanzendecke, so wie auf die im Allgemeinen höhere Temperatur der Erdoberfläche, welche noch nicht in dem Maße wie heute von der Sonne abhängig war, daher auch die Polarzone tropische Vegetation liefern konnte, und endlich auf die ebenso reichliche Fülle von Wasserdämpfen wie von Kohlensäure. Dieses Alles mußte einen Vegetationscharakter bedingen, dessen Reichthum uns in Staunen setzt.

Sehen wir nun den Mississippi in der jetzigen Zeit noch Vegetabilien aller Art, von den gewaltigen Stämmen der Hinterwälder jenseit der Prairien bis auf die Farnkrautbündel herab in solcher Menge dem Meere zuführen, daß sie selbst in diesem, im Meere, einen Strom von vielen Meilen Breite und Hunderten von Meilen Länge mit Treibholz bedecken, welches bis nach Grönland, Island und Norwegen kommt, so können wir uns wohl denken, daß noch ein mächtigerer Strom — der urweltliche Mississippi — aus einer noch mächtigeren Vegetationsfülle — der urweltlichen — noch größere Massen von Pflanzen bergab führte.

Wo nun die Gelegenheit sich darbot, wo Vertiefungen die Wassermassen aufnahmen, wo das an sich vielleicht schwerere Holz (das der Palmen- und Farnstämme) im Wasser untersank, wo anderes, leichteres, durch den Einfluß des Wassers schwerer gemacht, gleichfalls unterging (man nennt dergleichen „Senkholz“, und es kommt als ein gefährlicher Feind der Schifffahrt in den großen Strömen überall vor), da mußten sich nach und nach wohl ungeheure Massen von Vegetabilien häufen und es wäre gar nicht wunderbar, wenn z. B. der mexikanische Meerbusen unter dem Meeresbette vielleicht die ausgedehntesten Kohlenlager verberge, denn derselbe war früher ohne allen Zweifel ein abgeschlossenes Tiefthal, nur durch den Mississippi und die kleinen Küstenflüsse (damals auch wohl um Vieles größer als jetzt) gefüllt, und es konnten demnach die in denselben geführten Baumstämme und sonstigen Pflanzenreste nicht anders als in ihm, an seinen tiefsten Stellen, den Boden bedecken.

Ueberall findet man die Kohlen in mehreren Schichten über einander, welche bis auf hundert und mehrere Hundert an Zahl steigen. Die Schichten sind getrennt durch Thon oder Sandstein. Die Mächtigkeit der Kohlenschicht schwankt zwischen ein paar Zoll und weniger und der ungeheuren Stärke von 40, 60 bis 100 Fuß; die Anhäufung des Materials zu den Kohlen ist also eine höchst verschiedenartig starke und eine periodisch unterbrochene gewesen. In den Perioden der Unterbrechung wurde auf die Vegetabilienschicht das damals noch weiche Material zu den Sand- und Thongesteinen (meist schieferiger Natur) abgelagert, und auf diesem setzte sich abermals eine Schicht von Pflanzensubstanz ab, und auch sie wurde von Neuem durch Sedimentgestein bedeckt. So ging das abwechselnd, wahrscheinlich in sehr großen Zwischenräumen fort.

Ueber die Zeit, welche zu solchen Formationen nöthig gewesen, haben Gelehrte, wie Professor Bischof, Dechen, Cotta u. A., Berechnungen aufgestellt; es ist nicht uninteressant, die Resultate derselben kennen zu lernen.

Wenn man voraussetzt, die Vegetation habe in jener fernen Zeit nicht stärker gewirkt, als jetzt in den Tropenregionen unter günstigen Umständen

in den Urwäldern geschieht, und die Pflanzen, welche die Steinkohlen bildeten, seien auf derselben Stelle gewachsen, auf der sie, in Kohle verwandelt, gegenwärtig gefunden werden (was höchstwahrscheinlich an den meisten Orten der Fall gewesen sein mag, weil viele Pflanzen sogar vortrefflich erhalten sind, was bei einem weiten Transport durch reißende Stromfluthen nicht möglich ist), so würde, um ein Kohlenlager zu bilden, welches etwa 30 Fuß Mächtigkeit hätte, eine Zeit von mehr als einer Million Jahre nöthig gewesen sein.

Es ist allerdings gegen das Erwachsen des Materials auf seinem Fundorte Manches einzuwenden; unter Anderm, daß die Bäume von dem Laube und den Zweigen, welche sie nach und nach fallen lassen, den allergrößten Theil wieder in ihre Substanz aufnehmen, indem das verrottete, in Humus umgewandelte Holz durch das Wasser ausgezogen, seines Kohlenstoffes zum Theil beraubt wird und durch Zersetzung eines anderen Theiles Kohlenstoff und Umwandlung desselben in Kohlensäure immer von Neuem dem durch seine eigenen Kinder ernährten Baum zu Gute kommt; allein der Kohlensubstanz wird doch thatsächlich immer mehr, wenn schon in langen Zeiträumen — nun, eine Million Jahre kann in keinem Falle ein kurzer Zeitraum genannt werden!

Selbst unsere Wälder geben einen Beweis, daß die Pflanzendecke sich vermehrt; wir sehen auf reinem Seesande, mit nur wenigem Thon gemischt, wir sehen auf den Dünen der Ostsee Wälder entstehen. Der Kohlenstoff, welchen sie enthalten, mußte ihnen von außen zugeführt werden. Die fallenden Nadeln haben aus der obersten Sandschicht eine nahrhafte Erde von einem halben Fuß Mächtigkeit gebildet, auf dieser wachsen und wuchern Moose und Flechten aller Art und nähren sich von dieser Erdschicht, vermehren die Tragfähigkeit derselben jedoch auch wieder durch ihre eigene Substanz. Die Birken- und Lindenwälder in Rußland, auf eben solchem Boden stehend, haben schon humusreiche Erdschichten von 4 bis 20 Fuß Dicke, und die Wälder von Nordamerika zeigen gar reine Humusschichten von gleicher und von doppelter Dicke; anfänglich Lauberde mit dem Sande des Bodens vermischt, dann von diesem letzteren immer weniger enthaltend und endlich nur die Stoffe darbietend, welche das vermoderte Laub, die verrotteten Zweige zurückgelassen, sogenannte Dammerde, Humus.

Eine andere, sich an die obige Berechnung anschließende Angabe von Bischof setzt die Zeit, welche seit jener Steinkohlenbildung verflossen, auf 9 Millionen Jahre; brauchten die Steinkohlen selbst zur Anhäufung des Materials eine Million, so ist seit dem Beginn der Steinkohlenbildung die runde Summe von 10 Millionen Jahren verflossen.

In unsern Breiten ist die Vegetation nicht so stark, als sie in den

Tropenländern ist, und als sie früher gewesen sein muß bei Voraussetzung tropischer Hitze und Feuchtigkeit, so wie reichlicherer Kohlensäure in der Luft. Auf diese jetzige Vegetation und die Beobachtung derselben in unserer Zeit während eines 63jährigen Zeitraums gestützt, hat ein französischer Gelehrter, Chevandier, die Menge des Kohlenstoffes berechnet, welche Buchenwälder liefern, und gefunden, daß dadurch in hundert Jahren eine Steinkohlenschicht von 7 Linien (etwas über einen halben Zoll) gegeben werden würde; dies betrüge in einer halben Million Jahre schon etwa 250 Fuß. Man sieht, daß solche Berechnungen sehr schwankend sind, in der Luft schweben, daß ihnen alle Stützen fehlen; allein bei alledem nimmt man die ungeheuren Zeiträume wahr, welche auch unter den günstigsten Umständen vergehen mußten, ehe das Material zu den Steinkohlen, wie wir sie jetzt finden, vorhanden war.

Eine deutliche Vorstellung von der Bildungsart der Steinkohle gewähren uns die Torflager, in denen wir gleichsam die Vorbilder der Torfmoore der Urzeit sehen können, aus denen durch allmähliche Umwandlung die Steinkohle entstanden ist; nur das Material der Torfmoore, welche eine Vorstufe der Steinkohle bildeten, ist ein anderes gewesen als das der gegenwärtigen Torfmoore, wie wir alsbald sehen werden.

Jedermann scheint Torf zu kennen, wiewohl es thatsächlich sehr schwer ist, ihn von erdiger Braunkohle zu unterscheiden. Dies selbst aber — sein unmerkliches Uebergehen in die Braunkohlensubstanz — spricht sehr dafür, daß beide Substanzen gleichen Ursprung haben.

Der Torf besteht aus dem verfilzten Wurzelgeflecht einer eigenthümlichen Pflanzengruppe, welche man mit dem allgemeinen Namen „Torfmoos“ (Sphagnum) bezeichnet. Dieses Moos, welches in dem Haushalte der Natur eine nicht unwichtige Rolle zu spielen scheint, bildet an nassen Stellen des vom Meere verlassenen sogenannten Seegrundes dicke Rasen, welche immerfort wachsen und an Mächtigkeit zunehmen; man hat Torflager von vierzig, ja hundert Fuß Dicke.

Zu solch einer Anhäufung gehört eine Reihe von Jahren; denn, obzwar der Torf scheinbar in ziemlicher Schnelligkeit wächst, so ist es doch nur die obere Schicht, welche im Fortschreiten begriffen ist, und welche einen hellbraunen, sehr lockern Torf liefert. Damit der Torf sich verdichte, dunkelbraun, ja schwarz werde, muß er unter seinem eigenen Druck Jahrhunderte lang an Ort und Stelle liegen, und wenn man nicht bezweifeln kann, daß der regelmäßige Anbau des Torfes in einem Kreislauf von ungefähr dreißig Jahren dem Besitzer eines Torfmoors eine sichere Rente gewährt, so gut wie ein Wald, der in Schläge getheilt, regelmäßig abge-

holzt wird, so ist doch eben so sicher, daß der wieder aufwachsende Torf nur ein lockeres, schlechtes Material liefert.

Die Torfmoore älterer Bildung, welche ungemein verbreitet sind, haben eine andere Beschaffenheit als die eben beschriebenen. Man erkennt sehr deutlich innerhalb derselben Pflanzenreste mancher Art, welche keineswegs dem Torfmoos angehören; es sind Schilfblätter und Stämme, Wurzeln von Wasserpflanzen, ja, es finden sich in manchen Mooren, wie z. B. in Baireuth, Wurzeln von Nadelbäumen in solcher Menge vor, daß sie beim Gewinnen des Torfes aus dem weichen Grunde gezogen, getrocknet und dann als bituminöses Holz klafterweise verkauft werden.

Daß sich diese Pflanzenreste alle so wohl erhalten, danken sie einer bei der Torfbildung sehr thätigen Säure, der Humussäure; von ihr durchdrungen, widerstehen Wurzeln, Blätter u. s. w. vollständig der Fäulniß, und zwar, wie es scheint, unberechenbar lange Zeit, indem man Reste urweltlicher Thiere in tiefen Torfmooren gefunden, welche durch ihre gleichzeitige Anwesenheit mit Pflanzenresten, die, weder verkohlt noch versteinert, sondern noch holzig und faserig, auf eine Periode der Einsenkung schließen lassen, welche jener der urweltlichen Thiere entspricht.

Wenn nun aber, wie dies feststeht, vorsintfluthliche Thiere und Pflanzen in den Torfmooren vergraben liegen, wenn das Verschieben und Zerreißen der Schichten, wenn die Ueberlagerung mit Sedimenten unabweislich darthut, daß auch diese Torfmoore große Revolutionen des Erdballes mitgemacht haben, so läßt sich gegen die Möglichkeit, daß sie zur Steinkohlenbildung das Ihrige beigetragen haben, nichts einwenden, und zwar um so weniger, als wir die mächtige Ausdehnung, in welcher die Torfmoore sich über manche Länder erstrecken, mit Verwunderung sehen. Die ganze Südküste des baltischen Meeres und der Nordsee ist mit Torfmooren reichlich bedacht, und sie haben nicht selten eine Tiefe von 80 Fuß und zeigen ihren verschiedenartigen Ursprung aus Riedgräsern und Binsen (Wiesentorf), aus Haidekraut (gewöhnlich Erica tetralix und Calluna vulgaris), wie in Holland und Ostfriesland unter den unübersehbaren Haideflächen, aus vermoderten Waldpflanzen aller Art, sowohl Moosen und Flechten als ganzen Bäumen jeder Gattung, die zu erkennen dem Botaniker sehr wohl möglich, endlich aus dem eigentlichen Torfmoos, welches nach oben, nach der Luft hinauf immerfort wächst, indeß seine Wurzeln, im Wasser unverweslich, eine immer festere, dichtere Schicht bilden, je höher sie überstanden sind, deutlich an. Die großartigsten Beispiele zusammenhängender Torfmoore bietet aber wohl Irland, woselbst man sie, wie auch in Nordamerika, 40 Meilen lang und 20 Meilen breit findet, mit 270 bis 300 Fuß tief

gehendem Torf, welcher, wie man durch Bohrversuche ermittelt, am Grunde bereits eine steinige Beschaffenheit angenommen hat.

Die verfilzten Wurzeln der Masse der Torfmoore der Jetztzeit waren in den Torfmooren der Vorzeit ersetzt durch die verfilzten Wurzeln (Stigmarien der Siegelbäume (Sigillarien), welche den Boden bildeten, auf dem die Farne wuchsen.

Die nähere Untersuchung der sich in der Kohlenformation neuerer Zeit ergebenden Pflanzenreste und ihre auffallende Uebereinstimmung mit den in den ältesten Torflagern gefundenen, ferner die Aehnlichkeit der ältesten Torfmasse selbst mit der Braunkohle im erdigen Zustande, welche so groß ist, daß man beinahe keinen Unterschied entdecken kann, führen zu der Annahme, daß die Braunkohlen aus vorweltlichen Torfmooren entstanden seien, und es wird diese Annahme dadurch unterstützt, daß es ebenso gut steinharte Torfmoore, welche aus den jetzt noch lebenden Torfmoosen zusammengesetzt und mit mächtigen, angeschwemmten Massen bedeckt sind, als es Braunkohlenlager giebt, welche an die freie Luft treten, ganz offen daliegen, ohne irgend eine Bedeckung.

Schwerlich dürfte sich etwas Haltbares einwenden lassen gegen die Möglichkeit, gegen die Wahrscheinlichkeit, daß die Stein- und Braunkohlen nun wirklich ihre Substanz den vorweltlichen Pflanzen verdanken; allein wenn auch das Vorhandensein und die Anhäufung der Substanz thatsächlich als von Pflanzen herrührend nachgewiesen werden sollte (und wir wollen noch Einiges von Bedeutung hierüber sagen), so ist doch noch immer der Proceß der Verkohlung in dieser wunderbaren Art, so daß die ganze Masse beinahe zu Stein, daß ein Pflanzenstoff ein Mineralstoff geworden, nicht genügend erklärt.

Eine Einwendung, in den letzten Worten des vorigen Absatzes liegend, müssen wir sogleich entkräften. Es giebt keine einfache Pflanzensubstanz; die Kohle, der Kohlenstoff ist etwas so vollkommen Anorganisches wie Kiesel oder Kalk, und man könnte ebenso gut fragen: Wie wurde aus der organischen Substanz der Knochen das Material Marmor? Dies findet nämlich gar nicht statt; weil in den Pflanzen Kohlenstoff und in den thierischen Stoffen Kalk enthalten, darum ist nicht Kalk oder Kohlenstoff eine organische Substanz, dazu wird Kalk, Kohle u. s. w. erst in ihrer Verbindung mit Wasserstoff, Phosphor, Stickstoff, Sauerstoff u. s. w.

Diese Einwendung macht uns also keine Schwierigkeiten, wohl aber die Verwandlung der Pflanze in Kohle, und daß, wenn wir auch jetzt das Wahrscheinlichste und das Natürlichste gefunden zu haben glauben, die Erklärung keine ganz leichte gewesen sei, geht aus den weiten Umwegen hervor, welche man machte, um zu dem jetzigen Standpunkte zu gelangen. Eine der

wunderlichsten Ideen war unter andern diese, daß die Pflanzen, aus denen die Kohle gebildet, durch die Wirkung rauchender Schwefelsäure in Kohle verwandelt worden. Man sagte nämlich, wäre Feuer das Wirksame gewesen, so hätten wir Asche finden müssen, aber nicht Kohle, denn die Holzsubstanz wird zwar zuerst zu Kohle gebrannt, dann aber wird die Kohle selbst verbrannt. Die in der Steinkohle vorkommende beträchtliche Menge Schwefel mochte auch ihren Antheil haben an der wunderlichen Idee.

Aus dem Verkohlungsprozeß im Meiler hätte man schon eine theilweise Widerlegung der obigen Ansicht schöpfen können. Die aus trocknem Holze durch Anzünden desselben erzeugte Kohle wird im Meiler vollständig und sogar in derselben Form, welche das Holz hatte, unverbrannt erhalten, lediglich dadurch, daß man den Luftzutritt verhindert; nimmt man aber die Verkohlung in einem ganz verschlossenen Raume vor, in welchem die Gase zusammengehalten werden, so daß entweder sehr starke metallene Gefäße oder Destillationsapparate angewendet werden, welchen Proceß man als trockene Destillation bezeichnet, so ist der Erfolg noch ein anderer; die sich entwickelnden Gase werden entweder durch den ungeheuren Druck, den sie erleiden müssen, oder durch Abkühlung in der Vorlage in flüssiger Form zusammen- oder im ersten Falle sogar in der verkohlten Substanz zurückgehalten. Destillirt man die Pflanzen, so erhält man in der Vorlage Holzessig, Theer ꝛc., im Rückstande bleibt die Kohle in fast reinem Zustande; erhitzt man Holz in einem festen, Widerstand leistenden Metallgefäß, so wird das Holz auch verkohlt, allein die im ersten Falle entweichenden Gase werden hier zurückgehalten, und es bleibt die Kohle harzig und unrein.

Daß die Erde, lange nachdem sie mit Pflanzen reich bestanden war, noch gewaltige Umänderungen erlitten, unterliegt keinem Zweifel. Glühende geschmolzene Gesteinmassen haben sich aus dem Innern der Erde erhoben, und wo sie in die Nähe von verkohlbaren Substanzen kamen, sind diese in dem Sinne verwandelt worden, welchen die größere oder geringere Nähe des Feuers gebot.

Welche Pflanzen man auch untersuchen möge, die stolzen Palmen der Tropen und die Flechten und Moose der Torfmoore, sie bestehen aus Kohlenstoff (zum bei weitem größeren Theile), Wasserstoff und Sauerstoff. Es ist auch etwas Weniges von Stickstoff, Kalk, Kiesel und Kali nachweisbar; doch sind die Antheile gering und wechselnd, auch zu dem Begriff „Pflanze“ selbst durchaus nicht immer gehörig; so hat wohl das Rohr und der Schachtelhalm Kiesel in seiner Rinde, keineswegs aber die Reseda und die Levkoje.

Untersuchen wir die Erdkohle, so finden wir dieselben Substanzen, nur

mit noch mehr vorwiegendem Kohlenstoff. Die Steinkohlen selbst aber unter einander sind im Gehalte dieser Substanz verschieden, und zwar sind sie daran um so reicher, je tiefer sie liegen; Sauerstoff und Wasserstoff haben in ihrer Masse einen um so schwächeren Antheil.

Was hier wahrgenommen wird, das ist auch bei den Pflanzen, welche lange unter dem Wasser liegen, gefunden worden; nur eine geringe Menge Kohle wird bei der Verwesung hinweggeführt, aber dafür eine große Menge Sauerstoff, welcher mit jenem Antheil Kohle als Kohlensäure entweicht, so wie sich zwischen der Kohle und dem Wasserstoff gleichfalls Verbindungen bilden, welche in Luftgestalt durch das Wasser verdrängt werden. Dieser Fortgang bedingt eben das Aermerwerden der Kohlenlager an Sauerstoff und Wasserstoff.

Unter Wasser bildet sich ferner aus Kohle und Wasserstoff eine eigenthümlich flüchtige, übelriechende Substanz, das Bitumen, daher der tiefliegende Torf sehr bituminös zu sein pflegt und sich lediglich durch sein Alter, seinen Bitumengehalt und seine erdige Beschaffenheit, in welcher die Pflanzentheile wenig oder gar nicht mehr zu erkennen sind, den Braunkohlen so sehr nähert, daß eine eigentliche Kennerschaft in diesem Fache erforderlich ist, um erdigen Torf und erdige Braunkohle von einander zu unterscheiden.

Wir haben nunmehr alle nöthigen Bedingungen der Steinkohlenbildung vor uns. Kohlenstoff in der Gestalt von Pflanzenresten, in ungeheuren Massen aufgehäuft, bedeckt zum Theil von mehreren Schichten jüngerer Gebirgsformationen, wodurch, wie durch die Pflanzenreste selbst, ein mächtiger Druck ausgeübt wird auf die unteren Schichten, und ein um so größerer, je tiefer dieselben liegen, weil sie sich selbst belasten.

Wenn nun eine plutonische Umgestaltung, ein Näherrücken der Glühhitze an der Oberfläche der Erde stattfindet (welches thatsächlich wiederholt und an unzähligen Stellen nachweisbar geschehen ist), so werden zuerst die gasförmigen Verbindungen von Kohle und Sauerstoff sowie von Kohle und Wasserstoff vertrieben, dann aber auch die anderen flüssigen, flüchtigen Substanzen zuerst in Dämpfe aufgelöst und hierauf verjagt werden.

Es fragt sich nur, wohin? Nun, dies wäre wohl sehr einfach zu beantworten: immer aus den untersten Schichten in die höheren, welche, weniger warm (von dem Feuerheerde ferner) und weniger dicht, sehr wohl geeignet sind, gasförmige Stoffe aufzunehmen und niederzuschlagen, ihrer Masse einzuverleiben.

Wir brauchen nicht einmal überall eine besonders hohe Temperatur anzunehmen. Denn was wir durch diese erreichen, nämlich die Vergasung der flüchtigen Bestandtheile der Steinkohle, wie z. B. bei der Bereitung des Leuchtgases, durch trockene Destillation, das erreicht die Natur durch

weniger energische Mittel in der Länge der geologischen Zeiträume. An manchen Orten ist die Mitwirkung einer hohen Temperatur als Folge von Eruptionen glühender Gesteinsmassen unzweifelhaft, wie z. B. im Braunkohlenlager der bekannten Bergkuppe Meißner im Kurfürstenthum Hessen der Verkohlungsproceß stellenweise beschleunigt wurde durch Hervorbrechen glühender Basaltmassen.

Den chemischen Proceß der Verkohlung können wir uns in folgender Succession oder auch nebeneinander stattfindend vorstellen.

Zunächst verbindet sich der Sauerstoff mit dem Wasserstoff zu Wassergas, dann mit einem Theile des Kohlenstoffs zu Kohlensäure und endlich der Wasserstoff mit Kohlenstoff zu Kohlenwasserstoffen; diese Gase entweichen von Schicht zu Schicht nach der Oberfläche. Die Verkohlung ist also eine Folge der allmählichen Abnahme von Sauerstoff und Wasserstoff, und diese selbst eine Folge der eben erwähnten chemischen Processe. Eine Bestätigung dieser Vorstellungsweise finden wir darin, daß in Kohlenbergwerken noch heute solche Verbindungen vor sich gehen und Gase entwickelt werden, und zwar in den Braunkohlenlagern, welche ohne Zweifel ein geringeres Alter haben als die Steinkohle, fast nur Kohlensäure, in den Steinkohlenbergwerken dagegen Kohlenwasserstoffe, jene Gase, welche noch so oft zu jenen traurigen Unglücksfällen durch plötzliche Entzündung, Explosion, Veranlassung geben, und welche die Bergleute daher schlagende Wetter nennen.

Aus dieser Darlegung ergiebt sich mit Nothwendigkeit, daß eine Kohle um so ärmer an Sauerstoff und Wasserstoff und demgemäß um so reicher an Kohlenstoff sein müsse, je älter sie ist, je länger also der Proceß der trockenen Destillation gedauert hat. Dies finden wir in der That bestätigt, wie folgende Tabelle klar erkennen läßt, welche den Procentgehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff von der Holzfaser der Jetztzeit bis herab zu dem ältesten Kohlengebilde, dem Graphit, nach Abzug der Asche, darstellt:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Stickstoff und Sauerstoff
Holzfaser im Mittel	49,1	6,3	44,6
Törf	60,7	6,2	33
Schieferkohle von Uznach (diluvial) .	55,3	5,7	36,8
Braunkohle (tertiär)	69,3	6,6	20,3
Steinkohle	82,1	6,5	12,4
Anthracit	93,8	2,6	3,5
Graphit	100	0	0

Eine fernere Bestätigung, daß der Hergang bei der Steinkohlenbildung

im Großen und Ganzen der beschriebene gewesene ist, finden wir, wenn wir die Steinkohlenlager näher ins Auge fassen. In den großen Lagerstätten dieser Materialien findet man die unterste Kohle viel dunkler, oft ganz schwarz gebrannt, ganz frei von Bitumen, dann erscheint sie pechartig glänzend, dann geht sie über in die gewöhnliche Steinkohle: je höher man kommt, desto bituminöser wird sie, sie verliert sogar nach und nach ihre Festigkeit und ihre dunkle Farbe, sie wird braun, und hier stehen wir an der Uebergangsstufe von der Steinkohle in die Braunkohle, welche so reich an Bitumen ist, daß Orte, in denen sie häufig als Brennmaterial angewendet wird, sich durch den Geruch auf Meilenweite verrathen; so Halle, Altenburg u. s. w., von wo aus der Wind besonders am Morgen die verflüchtigten Substanzen weithin verbreitet.

Diejenige Kohle, welche zuunterst liegt und alles Bitumen sowie überhaupt alle Nebenbestandtheile der Pflanzen verloren hat, heißt Graphit; sie hat mitunter, aber keineswegs immer, einige Procent Eisen aufgenommen, hat aber sonst keine Beimengungen von Sauerstoff, Wasserstoff und andern den Pflanzen angehörigen Substanzen und stellt daher eine Kohle in sehr großer Reinheit dar; zu den Eigenschaften derselben gehört Unschmelzbarkeit und *Unverbrennbarkeit* (außer im Sauerstoff). Die wirklich reine Kohle, der Diamant, kann Stunden lang im heftigsten Feuer (außer dem Sauerstoffgebläse) geglüht werden, es findet keine Veränderung statt; nahezu ebenso verhält sich der Graphit, den man deshalb auch *nicht* zum Heizmaterial gebrauchen kann, im Gegentheil brennt er so wenig, daß man sich seiner zu Schmelztiegeln bedient, in denen die schwerstflüssigen Metalle geschmolzen werden können; nur Platina macht hiervon eine Ausnahme. Wir ersehen daraus, daß der reine Kohlenstoff, wenigstens in der Modification des Graphits, sehr schwer verbrennlich ist, und die leichte Entzündlichkeit unserer Kohle scheint auf dem Gehalt an Wasserstoff zu beruhen. Der Graphit ist das Material unserer sogenannten Bleistifte, es ist keine Spur von Blei darin; die englischen Zeichenstifte bestehen aus *geschnittenen* Graphit-Parallelepipeden, die österreichischen aus fein *gepulvertem* und geschlemmtem Graphit mit etwas Thon vermischt, als *Bindemittel*; die ersten, aus der derben, feinen Graphitmasse durch die Säge getrennt, sind allerdings die besten, doch das färbende Material der anderen unterscheidet sich von diesen englischen durchaus nicht, und es scheint, nach der sorgfältigsten Untersuchung zu schließen, daß die Kohlenstoffanhäufungen keineswegs ursprüngliche, sondern solche seien, die durch Umwandlung der Pflanzensubstanz hervorgebracht werden.

Die nächste Stufe minder vollkommener Kohle bildet der Anthracit, die Glanzkohle, schon eine wirkliche Steinkohle, doch äußerst schwer zu

entzünden und nur bei ungemein heftigem Luftzuge selbst brennend, ohne Unterstützung von anderem Brennmaterial; einige Arten dieses Anthracits bleiben noch bei derjenigen Hitze, bei welcher geschmolzenes Eisen völlig dünnflüssig wird, unverändert. Dennoch sieht man an der Eigenschaft, endlich wirklich zu verbrennen, daß die Zerstörung der Pflanzenstoffe nicht so weit vorgeschritten ist wie bei dem Graphit, aber doch so weit, daß er in Folge seines geringen Gehalts an Wasserstoff nicht zur Leuchtgasbereitung geeignet ist.

Die dritte Stufe von unten umfaßt die eigentliche Steinkohle (welche übrigens sehr häufig Schwefel, gewöhnlich an Eisen gebunden, als Eisenkies enthält), in deren Masse man schon die Destillate findet, welche aus den unteren Schichten entwichen sind; das Erdharz, das Bitumen ist vorhanden, viele Substanzen, die erst bei der Destillation derselben sich zeigen, sind darin verdichtet. Die Leuchtgasbereitung hat Gelegenheit gegeben, diese Stoffe in vielen verschiedenen Formen und sehr im Großen kennen zu lernen; das Erdharz, in der Form des Steinkohlentheeres gewonnen, ist den Beleuchtungsanstalten nicht mehr in dem Maße wie früher zur Last, seitdem dieser nicht nur zur Bereitung des Asphalt-Trottoirs und zur Bedeckung flacher Dächer angewendet wird, sondern in ihm auch das Material zur Darstellung einer Reihe prachtvoller Farbstoffe, neben anderen für die Technik und Medicin wichtigen Stoffen erkannt worden ist, so daß der Steinkohlentheer fortdauernd eine Fundgrube neuer Körper ist.

Uebrigens wird durch diese harzigen Substanzen die Brennkraft der Kohle nicht verringert, im Gegentheil erhöht.

Wird die Kohle dieser dritten Stufe, die Steinkohle im Allgemeinen (wobei nicht zu vergessen, daß es eine sehr große Menge von Varietäten giebt, die nach dem technischen Gebrauch, den man davon machen will, sehr verschieden im Werthe sind), noch einer erhöhten Temperatur ausgesetzt, indem man das Zuströmen der atmosphärischen Luft verhindert, das Entweichen von Dämpfen aber befördert, so bildet sich bekanntlich dasjenige für die Technik höchst wichtige Material, welches man Coaks nennt.

Würde es nach den jetzigen Untersuchungen über diesen Gegenstand noch eines Beweises bedürfen, daß die Verkohlung der Pflanzensubstanz die Steinkohle gebildet, so würde er in dem Umstande gefunden werden, daß es natürliche Coaks giebt. Wenn in der Nähe von Porphyr, noch mehr von Basalt, zweien in großer Mächtigkeit auftretenden Eruptivgesteinen (d. h. solchen, die, nachdem die Erde äußerlich erstarrt war, aus dem geschmolzenen Innern derselben noch im geschmolzenen Zustande emporgequollen sind), sich Kohlenlager finden, so sind die zunächst an diesen glühend gewesenen Steinen liegenden Kohlen abermals verkohlt, d. h. sie sind in eine Art Coaks

verwandelt, welche sich von den gewöhnlich künstlich bereiteten nur dadurch unterscheiden, daß sie fester sind, unzweifelhaft weil die Durchglühung unter einem viel größeren mechanischen Druck statt hatte. Dabei kommt gerade die Wirkung des Feuers zu einer sehr deutlichen Anschauung. Solche Kohlenlager sind nämlich höchst abweichend zusammengesetzt; der Glühstätte zunächst befindet sich diese ausgebrannte, ohne Rauch brennende Kohle, eine energische, rasch verlaufende Wirkung anzeigend; unfern derselben der Anthracit, welcher gleiche Eigenschaft hat, nur viel schwerer selbstverbrennlich ist, weil er durch den langsamen Destillationsproceß viel dichter geworden, obschon gleichfalls von seinen harzigen Bestandtheilen ganz befreit ist. So ist die Braunkohle in dem schon früher erwähnten Meißner an den Stellen, wo sie sich mit dem Basalt berührt, in Anthracit umgewandelt, und eine eben solche Umwandlung hat die Steinkohle in Waldenburg durch Melaphyr erfahren. Dem Anthracit zunächst tritt die Steinkohle, allein in sehr verschiedenen Abstufungen der Vollendung, auf, und jetzt, nach einem großen Zwischenraum beginnt eine neuere, eine spätere Formation: die Braunkohle. Auch diese ist in ihren untersten Lagern viel dichter, bricht daselbst in großen unregelmäßigen Stücken, welche eine grobschieferige Lagerung verrathen, ist mehr oder minder dunkelbraun von Farbe, welches mitunter bis zur Schwärze geht, wird nach oben zu sowohl heller als lockerer, minder dicht von Gefüge, bis endlich die Braunkohle erdig und beinahe gar nicht verkohlt erscheint; diese ist dann dasjenige, was man in Sachsen und Thüringen Torf nennt. Sie wird, benetzt und in Ziegelsteinformen getreten, nach dem gehörigen Trocknen an der Luft gleich dem Torf zur Feuerung benutzt.

Ohne Zweifel ist die Ansicht, daß Braunkohlen jüngerer Entstehung sind als Steinkohlen, richtig; man sieht dieses an den Pflanzenresten, die sie enthalten, und welche einer neueren Zeit angehören; allein die Entstehungsart ist dieselbe. Man muß auch nach dem bisher Gesagten nicht glauben, daß überall, wo Steinkohlen sind, zuunterst Graphit, dann Anthracit und dann gewöhnliche Steinkohle liegt; allein wenn die Stufen der Verkohlung erkennbar sind, dann folgen sie von dem Orte des Feuers oder der Erhitzung her so, und wenn auch ein Glied ausgelassen ist, so ist doch niemals die Reihenfolge umgekehrt. Dasselbe gilt für die Braunkohle; sie tritt selbstständig auf, ohne von der Steinkohle in ihren unteren Lagen begleitet zu werden. Es sind oft viele klafterdicke Lagen von blos erdiger Braunkohle vorhanden; findet man jedoch beim Weitergehen zur Tiefe hinab Veränderungen der Beschaffenheit, so sind sie niemals solcher Art, daß etwa die obere eine compacte massenhafte Beschaffenheit und eine Annäherung an die Steinkohlenformation zeigte, daß eine untere minder fest und dunkel und endlich die unterste erdig werde, sondern stets ist, wenn

eine Reihenfolge vorhanden, diese eine solche, wie vorhin angegeben worden. Was gelehrte Forscher auf einem kleinen Fleckchen Erde, wie das Erzgebirge, wie Thüringen und Schlesien, ermittelt, das hat überall selbst in fernen Welttheilen die Erfahrung bestätigt. Hierher gehört, daß die Steinkohlenlager des Ohiogebietes dort, wo sie in das durch plutonische Thätigkeit erhobene Gebirgsland eintreten, auf ganze Strecken ihres Bitumens ganz beraubt sind, und zwar bei Weitem mehr als außerhalb dieses Gebietes; sie sind hier zu ohne Rauch brennendem Anthracit geworden, während dieselben Flötze in der angrenzenden Niederung noch aus sehr bitumenhaltigen Schwarzkohlen bestehen. Bei Worcester in Massachusetts geht sogar, nach Lyell's Bericht, ein gewöhnliches, zwischen Schieferthon eingebettetes, gut brennendes Kohlenlager in seiner Verlängerung in abfärbenden, unverbrennbaren Graphit über, der zwischen Glimmerschiefer liegt. Auch in den Alpen Savoyens sowie an der Stangenalp in Steiermark findet man Anthracitlager, welche nach den in ihnen vorkommenden Pflanzenabdrücken der gewöhnlichen Steinkohlenformation angehören und auch hier bis zur Anthracitstufe umgewandelt sind, wohl nur weil sie bei der Erhebung der mächtigen Gebirgskette besonders heftigen Einwirkungen der plutonischen Thätigkeit ausgesetzt waren.*)

Um das Gesagte zu recapituliren, so scheint es nach allen bisher gemachten Erfahrungen unzweifelhaft, daß die ursprüngliche Pflanzendecke der Erde, sie möge nun gewesen sein, wie sie wolle, der Kohlenformation, und zwar der ältesten sowohl als der neuesten, die Grundlage gegeben; daß ein durch hohe Temperatur unter gewaltigem Druck vorgegangener trockener Destillationsproceß die aufgehäuften Pflanzensubstanzen verkohlt habe; daß bei dieser Zersetzung und Entmischung andere Verbindungen aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff eingeleitet; daß diese aus den dem Feuerheerde zunächst gelegenen Schichten vertrieben und in die fernerliegenden hinübergeführt, und daß die Umwandlung der Pflanzen in Stein- oder Braunkohlen örtlich noch dadurch modificirt worden, daß besonders hohe Temperaturen plötzlich, kurze Zeit oder dauernd eingetreten, schneller und energischer eingeschritten sind. Die Art der Pflanzen war dabei ohne Zweifel sehr verschieden, man hat auch dafür sehr kräftige Beweise; denn mitten in schieferiger Kohle, aus lauter Farnkrautblättern bestehend, hat man beträchtliche Stücke anderer Substanz von völlig verschiedener Textur gefunden und hat sie für Wurzeln und Stämme von tannenähnlichen Bäumen erkennen müssen, was wohl genügt, um zu beweisen, daß nicht einerlei Pflanzen es waren, welche die Lager hergaben. Diese so gefundenen Stücke

*) Cotta, Geologie.

führen den Namen „fossile Holzkohle“ und zeichnen sich dadurch aus, daß sie, mitten in den festen, dichten Steinkohlen liegend, um nichts fester sind als andere Holzkohlen, ganz die Textur derselben haben und sich, wie diese, völlig frei von Bitumen zeigen.

Ueber die Braunkohle werden wir ein Näheres bei der tertiären Formation finden, der sie angehört.

Bevor wir diesen Gegenstand verlassen und die Betrachtung der Pflanzen der Vorwelt fortsetzen — und es wird hoffentlich gelingen, aus den Resten derselben uns die ganzen Bäume und Kräuter zu construiren, sie bildlich darzustellen, wozu ein geistreicher Mann, Professor Unger, in seinem höchst originellen Werke: „Die Urwelt in ihren verschiedenen Bildungsperioden“ Gelegenheit gegeben hat — wollen wir noch Einiges über die Möglichkeit, Steinkohlen aufzufinden, mittheilen. Zu diesem Zwecke müssen wir zuerst bemerken, daß da, wo die alten krystallinischen Gesteine, Granit, Gneiß, Porphyr, Urthonschiefer u. a., als eigentliche Formation, als Grundlage des Bodens vorkommen, von Kohle keine Rede sein kann, daß mithin der Bewohner der Hochgebirge dieselben niemals in seiner Nähe finden wird, denn die Kohle gehört einer jüngern und zwar der sogenannten Flötzformation an.

Diese selbst aber ist verschiedenen Alters, und derjenige Sandstein, den man Grauwacke nennt, und der zu den ältesten Steinen dieser Flötzperiode gehört (grau, im festen thonigen Bindemittel Körner von Quarz und Kieselschiefer enthaltend, welche mitunter ziemliche Brocken bilden und dem Stein ein eigenthümlich grobes Ansehen geben, wo er dann Grauwacken-Conglomerat heißt), so wie der Grauwackenschiefer, welchem man die mechanische Verbindung seiner Bestandtheile deutlich ansieht, überhaupt aber alle die Gesteinarten, die derjenigen Gruppe angehören, welche man sonst „das Uebergangsgebirge“ nannte, enthalten bei uns in Deutschland keine Kohlen, in England finden sich welche darin.

Es giebt eine röthliche Sandsteinart, welche man im Harzgebirge „rothes todt Liegendes“ nennt, ein Name, der sich von da ziemlich allgemein über Deutschland verbreitet, und der seinen Ursprung in der bergmännischen Ausdrucksweise hat. Das Metall, das Erz wird in Gängen gefunden; was unter solchen Erz führenden Gängen befindlich, heißt sein Liegendes, was darüber, heißt sein Hangendes; enthält das Gestein keine bauwürdigen Materialien, so heißt es todtes Gestein. Im Mansfeldschen wird der Kupferschiefer über jenem Sandstein gefunden, dieser ist also „Liegendes“, er enthält keine Erze, er ist also „todt Liegen-

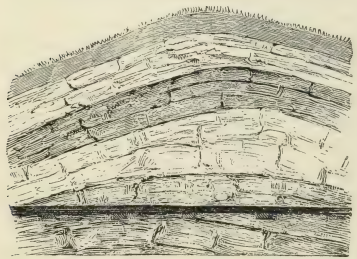
des", er ist von rother oder röthlicher Farbe, daher „rothes todt Liegendes".

Dieser Stein, aus unzähligen faust-, kopf-, nuß-, erbsengroßen Brocken von Granit, Porphyr, Gneiß, Glimmerschiefer, Grünstein, Thonschiefer zusammengerollt, durch thonigen und eisenschüssigen Sand verbunden, ist gewöhnlich das „Hangende" der Steinkohlen; wo er sich in Lagern findet, kann man zwar nicht mit Sicherheit auf die Anwesenheit der Steinkohlen rechnen, allein sie sind wenigstens unter ihm zu vermuthen. Je jüngere Formationen aber zu Tage liegen, desto mehr schwindet die Hoffnung, sie zu finden, desto unwahrscheinlicher wird es wenigstens, sie mit Aussicht auf belohnenden Erfolg zu erreichen; so wäre z. B. die Kreide, wenn sie obenauf liegt, ein nicht eben zu Versuchen einladendes Anzeichen, denn im gewöhnlichen Verlauf kommt unter derselben der Quadersandstein, der Jura-, der Liaskalk, der Kupfersandstein, der Muschelkalk, der bunte Sandstein, der Zechstein, dann aber erst das Rothliegende, welches in der Regel die Kohlenformation über dem Kalkstein bedeckt.

Es wird wohl Niemand glauben, daß alle diese Schichten der neueren Gebirgsarten so zusammen kommen; allein das hat sich aus hundertfältigen Beobachtungen ergeben, daß die Kreide nicht unter dem Muschelkalk und der bunte Sandstein nicht über dem Jurakalk liegt, daß also, wenn man irgend eines der Gesteine findet, hinter oder unter ihm eine oder ein paar der nachfolgenden (niemals eine der vorhergehenden) Gebirgsarten lagern. Es findet sich daher auch wohl, daß ganze Gruppen der oben hinter einander genannten Gesteine fehlen und auf ein oberstes derselben nicht ein zweites oder drittes, sondern gleich, mit Ueberspringung der in einem idealen Durchschnitt der Erdrinde zwischenliegend gedachten, auf ein oberstes ein fünftes oder sechstes folgt, z. B. gleich nach dem Quadersandstein der Muschelkalk oder gleich nach dem Jurakalk das Rothliegende kommt; ja, es giebt Fälle, wo auf die alleroberste Lagerung, die jüngste Formation die zweitälteste, die Kohlenformation, folgt, wie dieses unter Anderem in den Ruhrgegenden wirklich der Fall ist, wo den bedeutenden Steinkohlenlagern alle anderen Bedeckungen, die sonst gewöhnlich sind, fehlen und nur die Kreideformation noch über ihr liegt. Wer aber auf dieses ganz Ungewöhnliche, auf dieses Ausnahmebeispiel hin nun versuchen wollte, ohne andere in seiner Voraussetzung ihn unterstützende Anzeichen auf Kohlen zu graben, weil sein Landgut auf der Oberfläche der Kreideformation angehörige Gesteinmassen in Menge (wie die Reste von Feuerstein) oder die Kreide selbst gelagert zeigt, der würde wohl nicht viel Gutes finden.

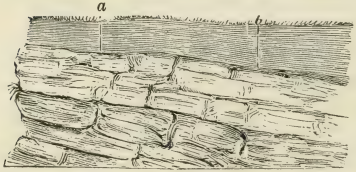
Hat man seinen Boden und die benachbarten Hügel so weit kennen zu lernen gesucht, um die Formationen näher zu bestimmen, findet man,

daß sich Gesteine zeigen, unter denen in der Regel Kohlen auftreten, so kommt es nun darauf an, die Reihenfolge der Schichten und die Art ihrer Erstreckung zu ermitteln. Das Letztere, ihr Streichen, sieht man am leichtesten, wenn man auf seinen Excursionen Acht giebt, die Schichtenköpfe zu finden, d. h. die Enden der Schichten, wo sie zu Tage ausgehen. Tiefeingeschnittene Flußthäler geben hierüber den sichersten Aufschluß, Eisenbahneinschnitte gleichfalls; ja, nicht selten sind tief ausgegrabene Lehm- oder Mergelgruben geeignet, das Erforderliche zu bieten. An solchen Einschnitten in dem Erdboden kann man sehr sicher die Aufeinanderfolge von oben nach unten wahrnehmen, und namentlich haben Eisenbahnen in Thüringen, in den Harzgegenden, in Westphalen die schönsten Aufschlüsse über die Lagerung gegeben und die oben angeführte Reihenfolge auf das Vollständigste bestätigt, gezeigt, daß Umkehrungen derselben nie stattfinden.



Ein solcher Durchschnitt wird durch die nebenstehende Figur dargestellt. Der oberste schraffirte Raum deutet den aufgeschwemmten Boden mit seiner Verwandlung in Ackerkrume an, darunter liegt eine sehr junge Formation, der Quadersandstein; ihr folgt, mit Uebergehung der Jura-, Lias- und Keupergebilde, der Muschelkalk, ihm schließt sich der bunte Sandstein an, und nun folgt, wieder mit Ueberspringung einiger Glieder, namentlich des Zechsteins, das Rothliegende, in welches man die Eisenbahnfläche unfern Eisenach hineingearbeitet hat.

Sind nun die Schichtenköpfe gefunden, so ist die Streichung derselben leicht zu ermitteln; entweder zeigt die bloßgelegte Stelle sie unmittelbar, man sieht an den Linien, wohin dieselben sich neigen, oder wenn sie horizontal laufen, sucht man durch ein paar Spatenstiche ihr Fallen oder Steigen zu ermitteln.

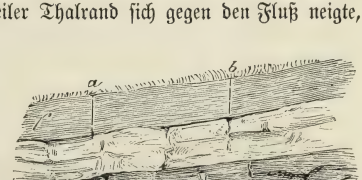


Gewöhnlich nämlich ist die obere Gesteinschicht mit Sand, Lehm, Erde bedeckt. Gesetzt nun, diese Bedeckung betrüge da, wo die Schichten-

köpfe sich zeigen, 3 Fuß, und man käme beim Graben an irgend einer um hundert Schritte entfernten Stelle, z. B. bei a der vorstehenden Figur, erst in 4 Fuß auf die oberste Gesteinschicht, so würde man sagen, nach dieser Richtung falle die Bergart. Bestätigt würde dies, wenn man beim Graben an einer abermals um hundert Schritt (in derselben Richtung genommen) weiter von den Schichtenköpfen entfernten Stelle, etwa bei b, die obersten Schichten erst in einer Tiefe von 5 Fuß erreichte. Fände das Umgekehrte statt, erreichte man sie beim ersten Nachgraben schon bei 2 Fuß und dann bei einem Fuß, so würde man dieses ein Steigen der Schichten nennen.

Es ist allerdings möglich, daß bei den angegebenen Zahlenverhältnissen gerade das Entgegengesetzte stattfindet, daß da, wo die Schichten zu fallen scheinen, sie in der That steigen; allein so wird sich wohl Niemand, der nur einigermaßen einen gesunden Blick hat, täuschen lassen; der Fall träte nämlich ein, wenn die Oberfläche des Bodens nicht horizontal fortstriche, sondern sich höbe, dann könnten die Schichten bei vermehrten Tiefen, statt zu fallen, sehr wohl steigen, falls nur der Boden noch mehr und stärker steigt. Es versteht sich, daß man sich hiervon zuvörderst durch ein Nivellement überzeugt haben müsse.

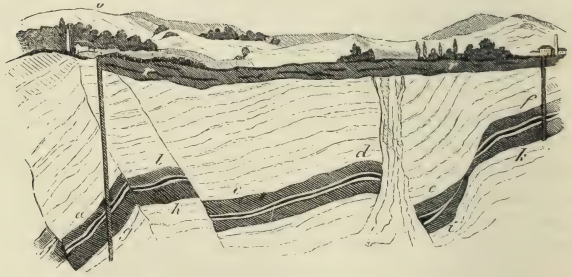
Wenn z. B. bei f g ein steiler Thalrand sich gegen den Fluß neigte, und man daselbst die Schichtenköpfe des Diluviums, der Kreide, des Quadersandsteins auf einander folgend fände, so würde bei Bohr- oder Grabeversuchen in der Gegend von a und b die größere Tiefe des Bohrloches b keinesweges ein Fallen der Kreideschicht andeuten, weil die Erdoberfläche von a bis b um mehr steigt, als die Tiefe des Bohrloches zunimmt. Hier in diesem Beispiele der Zeichnung würde das Auf- und Abgehen allein, würde ein Spaziergang zeigen, wohin der Boden sich neigt; in Fällen von nicht so starker Neigung, wo nicht der erste Blick die Steigungsverhältnisse giebt, muß man dann zu Messungen durch die Wasserwage greifen.



Ist nun festgestellt, ob die Schichten nach dem Innern des Landes, von den Schichtenköpfen ab gerechnet, steigen oder fallen, so wird man eine Bohrung nach Steinkohlen unternehmen dürfen, wenn das Resultat ein günstiges ist, wenn nämlich die Lagerungen zuvörderst Steinkohlen unter sich in nicht zu großer Tiefe vermuthen lassen, wenn zweitens die Lager

nicht steigen, sondern sinken. Dorthin, wohin die Schichten abfallen, hat man seine Aufmerksamkeit zu richten, weil die Steinkohlen sich meistentheils in muldenförmigen Vertiefungen gesammelt haben, und zwar solchergestalt, daß, wenn sie sich überhaupt daselbst finden, sie von den Rändern der Vertiefung nach der Mitte hin gewöhnlich an Stärke zunehmen.

Eine nur wenig gestörte Lagerung, ein überall gleich sanftes Neigen der Schichten ist ein günstiges Vorzeichen, wenigstens insoweit, als man beim Vorhandensein desselben nicht fürchten darf, daß Verschiebungen, Verrückungen der Flötze vorkommen. Diese nämlich werden durch vulkanische oder plutonische Thätigkeit nicht selten auf eine für den Anbau der Kohlen sehr störende Weise hervorgebracht. Wenn irgendwo eine Ebene mit einer Thonschicht bedeckt ist, welche noch weich (plastisch), noch nicht erhärtet ist, und es bildet sich durch unterirdische Thätigkeit eine Erhebung eines Theiles der Stelle, wie z. B. der Vulkan Jorullo in Mittel-Amerika sich 1759 aus einer schönen Ebene um 1550 Fuß über dieselbe erhob, so könnte der Erfolg für die weiche Thonschicht der sein, daß dieselbe sich gleichfalls domartig, glockenartig erhöbe, ohne zu zerrreißen; allein sobald sie trocken, also nicht mehr plastisch ist, so wird im Allgemeinen eine Verschiebung, Verrückung stattfinden, noch viel mehr bei jedem andern, spröden Gestein, wie Sandstein, Kalkfels, Schiefer. Es ist aber für den Bergbau auf Kohlen von großer Wichtigkeit, daß solche Zerreißungen der Schichten nicht stattgefunden, denn sie machen die Verfolgung des Kohlenflötzes sehr unsicher.



Wenn man von o aus einen Schacht in das Kohlenlager a b getrieben und es durch diesen nach und nach bis b ausgebaut, irgend eine Störung aber entweder ein Sinken der Fortsetzung der Schicht veranlaßt hat, oder vielleicht c d die ursprüngliche Höhe des Kohlenlagers war, und a b sowie e f durch unterirdische Kräfte verschoben sind, so weiß man — da

wirklich beide Fälle möglich — nicht, welcher auf beiden Seiten der vorliegende ist, weshalb dies eben für die Bebauung sehr störend sein muß. Soll man einen geeigneten Stollen bauen, um die Kohlen wieder aufzusuchen, und soll seine Neigung von dem Kohlenflötz eine steigende oder eine fallende sein? Im Innern der Erdrinde ist dies nicht so leicht zu entscheiden wie hier auf dem Papier, die Zeichnung giebt einen unverkennbaren Fingerzeig; allein wer zeigt dem Bergmann bei seinem Grubenlicht den Weg?

Nun, eben die praktische geognostische Kenntniß! Er hat beim Abteufen des Schachtes gefunden, daß zuoberst die Alluvialgebilde, die aufgeschwemmten Thon- und Sand- und die gerollten Gesteinmassen, dann Muschelkalk, dann Rothliegendes auf einander gefolgt sind, indeß nunmehr die Kohle gekommen ist, unter welcher, wie er beim Ausbau des Schachtes fand, Kohlenkalkstein gelagert war.

Bei b hören die Kohlen auf; allein wo sie aufhören, muß doch etwas Anderes sein, und dieses ist seine Karte. Er findet Rothliegendes, und nun weiß er bestimmt, er müsse abwärts steigen, um sein verlorenes Kohlenflötz zu erreichen.

Hat er umgekehrt von f angefangen und das Lager bei e i ausgebaut, und kommt er bei i an das Ende desselben, so wird er hier wieder nachsehen, was für Gestein daselbst steht; er findet aber nicht Rothliegendes, auch nicht Kohlenkalkstein, er findet zunächst Schutt, zusammengestürzte Trümmer, dann aber obere Grauwacke. In dieser oder unter dieser, so weiß er aus Erfahrung, liegen niemals Kohlen, wohl aber darüber; er treibt nun seinen Stollen aufwärts, kommt in den Kohlenkalkstein, und wenn er diesen erreicht hat, so weiß er, die Kohlen sind nun nicht mehr fern, jedenfalls aber in der Höhe zu suchen, und so gelangt er nach d, dem benachbarten Absatz des Kohlenflötzes.

Wir sehen, wie nützlich die geognostischen Kenntnisse werden können, wie unbequem das Verrücken der Flötze ist, und wie es möglich, diese Unbequemlichkeit zu überwinden; allein es gehört hierzu eben die Kenntniß jener Mineralien, welche die Schichten der Erdkruste bilden, auf deren nähere Beschreibung wir jedoch verzichten müssen, da unser Buch keine Mineralogie sein kann.

Hat man sich durch die Oberflächenverhältnisse, durch die Oertlichkeiten, die Schichtungen, die Nichtanwesenheit des krystallisirten Gesteins (Granit in großen Lagern ꝛc.) von der Möglichkeit, durch andere Anzeichen vielleicht sogar von der Wahrscheinlichkeit, in nicht gar zu großen Tiefen auf ein Kohlenlager zu stoßen, überzeugt, so ist es nunmehr an der Zeit, durch Bohrungen dasselbe aufzusuchen. Hierzu wählt man gern die tiefste Stelle des Terrains, weil man dort von dem Kohlenlager am wenigsten

entfernt zu sein pflegt, und ist ein solches in nicht zu großer Tiefe wirklich gefunden worden, so wird es nunmehr durchsenkt, um dessen Mächtigkeit und Bauwürdigkeit kennen zu lernen, dann aber wiederholt man die Bohrungen in mäßigen Entfernungen drei-, viermal, um das Streichen des Lagers zu verfolgen.

Der Charakter der vorweltlichen Pflanzen ist ein eigenthümlich unvollkommener, sie sind nämlich blüthenlos. Die untersten derselben, die zarten Fäden, in den Gewässern die Algen, auf dem feuchten Boden die Moose und auf trockenem die Flechten (s. oben S. 95 f.), treten nur als verkohlt und fein vertheilt als färbendes Material in den Schiefergebirgen auf, kaum in sehr vereinzelten glücklichen Fällen erkennbar; mehr erhalten sieht man die fadenförmigen oder bandförmigen Fucoiden.

Da, wo jedoch die Steinkohlenbildung beginnt, treten auch Pflanzen von derberem Charakter auf, deren Körper selbst mächtig umgestaltenden Einflüssen widerstehen konnte, indeß von den zarten, leicht zerdrückbaren Pilzen und Algen, von den weichen, feinen Moosen nur dann Abdrücke der Form erhalten sind, wenn sie in einen Schlamm eingehüllt wurden, der ebenso weich war wie sie selbst, der langsam und ohne große Temperaturerhöhung trocknete und ungestört in seiner Lage verblieb.

Was die Steinkohlenformation uns vorzugsweise bietet, das sind die riesigen Schachtelhalme, die Calamiten und die Farne; sie sind in ihrer äußeren Form denjenigen, welche wir als ihre Nachkommen ansehen müssen, ganz gleich, nur haben sie eine Ausdehnung, welche in Staunen setzt.

Allerdings ist es thöricht, im Ganzen von der Größe urweltlicher Erzeugnisse zu sprechen; Pflanzen und Thiere der Gegenwart sind viel größer als die der Vorzeit, es giebt da keinen Baum, der mit einer Gebirgstanne zu vergleichen wäre; unsere Lärchenbäume und Föhren, unsere Eichen und Buchen, unsere breitästigen Kastanien sind Pflanzen von einer viel größeren Massenhaftigkeit und Pracht als irgend ein Gewächs, welches uns die pflanzenreichste Periode der vorsintfluthlichen Zeit aufbewahrt hat; noch größer, wenn auch nicht gerade an Höhe, sind die Mahagonybäume, die Cedern der Tropenländer.

Ein Gleiches können wir von den Thieren sagen, deren größte immer noch lange nicht so groß sind wie unser größtes Säugethier, der Walfisch; allein die Thier- und die Pflanzenwelt der Vorzeit hat einen eigenthümlichen Charakter, den der größeren Einfachheit und der riesenmäßigen Entwickelung dieser einfachen Formen, daher die *scheinbare* ungeheure Größe der Organismen.

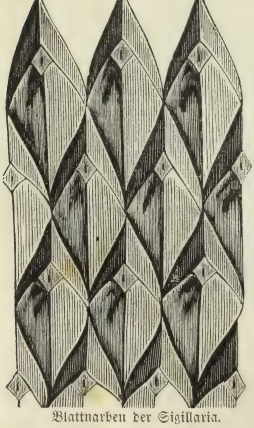
Es ist wahr, unsere Schachtelhalme werden 4—5 Fuß hoch und sind immer nur so dick wie ein schwacher Federkiel; die vorweltlichen

waren 5—6 Klafter hoch und 1—6 Zoll dick; die baumartigen Farne, welche in den Tropengegenden 10—12 Fuß Höhe haben, erhoben ihre buschigen Kronen auf 30 und mehr Fuß, und die moosähnliche Pflanze unserer Wälder, welche den Bärlappsamen liefert, als Lycopodium, war in den vorweltlichen Urwäldern baumartig. Wer aber nun glauben wollte, unsere hundertfußigen Eichen seien damals durch hundertklaftrige vertreten worden, unsere zweihundertfußige Gebirgstanne hätte damals 1500—1800 Fuß gehabt, und ihr Durchmesser hätte etwa, analog den Verhältnissen der unsrigen, 40 bis 60 Fuß gemessen, der wäre sehr weit von dem Wege zur Wahrheit; im Gegentheil gab es diese großen und prächtigen Pflanzen damals gar nicht, die junge Erde verwendete ihr ganze Kraftfülle auf die Ausbildung der Rohre und Farne, der Pilze und Moose, und so wie es der letzteren baumartige gab (die Lycopodiaceen), so gab es vielleicht der Pilze bergartige, doch im Ganzen gab es damals nicht größere Pflanzen als jetzt, ja lange nicht einmal so große. Um sich ein Bild von der Pflanzendecke der Erde in der Steinkohlenzeit zu machen, stelle man sich unsere jetzigen Schachtelhalme und Farne 30, 40 Fuß hoch

Die Pflanzendecke der Erde in der Steinkohlenzeit.

und angemessen dick vor. Auf dem vorstehenden Bilde ist der Versuch gemacht worden, die damalige Flora in ihren Hauptvertretern nach den uns bewahrten Ueberresten getreu darzustellen; die Mitte rechts nimmt ein Baumfarn ein, links steht eine Lycopodiacee — ein Baum, dessen Repräsentanten wir in der Gegenwart in einem Moos, dem Bärlapp, dessen Samenstaub wir auffammeln, in unsern Wäldern haben; im Hintergrunde sehen wir Stämme von Sigillarien, Equiseten, nebenbei Lepidodendren, Calamiten u. s. w.

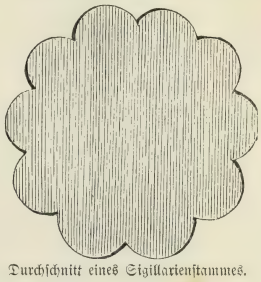
Die Sigillaria, so geheißen, weil die Blattnarben des Stammes beinahe aussehen wie Siegel, ist ein eigenthümlicher Baum, welcher, so viel wir wissen, der Urwelt ausschließlich angehört und von dem wir jetzt eigentlich kaum einen Repräsentanten haben. Die meisten unserer Pflanzen entwickeln ihre Blätter so aus den Zweigen, daß, wenn sie welk werden und abfallen, eine deutliche Spur derselben zurückbleibt; immer ist diese so gestaltet, daß sie ein genauer Abdruck des Stielendes ist; wo also der Blattstiel Vertiefungen zeigt, da hat die Narbe am Zweige Erhöhungen, und umgekehrt, eine Einrichtung, welche zur Befestigung des Blattes und zur Ernährung desselben nöthig war, was Beides bei ebenen Berührungsflächen nicht möglich gewesen wäre. Andere Pflanzen wie die meisten Gräser, umgeben einen großen Theil des Stammes mit ihrer Blattmasse, beim Verwelken und nachherigen Abfallen bleibt ein Narbenring um das ganze Rohr zurück, der sogenannte Knoten; andere endlich bilden ihren Stamm ganz aus Blattstielen, ohne ein darin stehendes Rohr, wie der türkische Weizen, der einer solchen Narbenbildung am fernsten steht. Wir haben also in den erstgedachten eine Annäherung an die Sigillarien; allein keine europäische Pflanze, überhaupt nur wenige der jetzt lebenden haben eine ähnliche äußere Form, wie diese untergegangenen Bäume. Bei ihnen nämlich muß der ganze Stamm dicht gedrängt mit Blättern umgeben gewesen sein; denn wie ein verschobenes Schachbrett, so reiht sich ein rautenförmiges Siegel an das andere den ganzen Stamm hinauf von unten bis oben und jede dieser Rauten trägt die deutlichen Eindrücke eines Blattstieles, der darin gesessen. Da dieser Blattstiel dreieckig war, und die unter-



Blattnarben der Sigillaria.

stützende Masse des Stammes gleichfalls dreieckig hervortrat, um das Blatt frei, vom Stamm abstehend, tragen zu können, so ist der Baum mit lauter flachen Pyramiden, dicht gereiht, bedeckt.

Eine andere Species dieser in der Steinkohlenperiode weit verbreiteten Familie trägt an dem Stamme, welcher säulenartig canelirt ist (nur mit dem Unterschiede, daß die Canelirungen nicht vertieft sind, sondern als Wulste nach außen gekehrt hervortreten, wovon die nebenstehende Figur einen Durchschnitt giebt), die Blattnarben in abwechselnder Stellung, so daß auf jedem Wulst zwar eine ununterbrochene Reihe von Siegeln oder Blattnarben befindlich, allein die Siegel so verschoben sind, daß sie im Quincunx stehen, wie die Bäume in einer Pflanzschule.



Durchschnitt eines Sigillarienstammes.

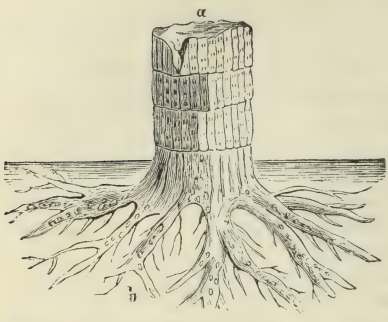
Noch andere von diesen Bäumen sind von oben bis unten gepanzert mit sechsseitigen Schilden, welche gleichfalls die Narben tragen, an denen die Blätter gesessen, oder es sind diese Schilde dreimal so lang gestreckt, als sie breit sind, und die Blattnarben befinden sich nur in den obersten Ecken derselben, da denn eine jener obern ähnliche, doch deutlich von ihr zu unterscheidende Figur entsteht.

Anordnung der Blattnarben.

Noch eine gleichfalls sehr sonderbare Form, die der Stigmarien, galt als mit der hier beschriebenen verwandt und hat zu mancherlei Irrthümern Veranlassung gegeben, bis man den Schlüssel zu dem Räthsel aufgefunden.

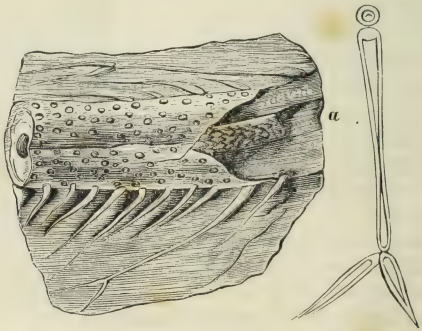
Mehr oder minder gekrümmte, fast niemals gerade Stämme einer sonderbaren Pflanzenspecies zeigten sich in den Steinkohlen führenden Bergarten; sie war besonders durch eine wellenförmig gebogene Oberfläche und durch ein sehr schnelles Verjüngen des Stammes, endlich aber durch die erbsengroßen Marken ausgezeichnet, welche in regelmäßigen Spiralen rund um die Stammenden eingedrückt worden. Diese Marken waren kleinere Siegel, waren Eindrücke oder Abdrücke von Blättern, welche bei den Si-

gillarien (und noch jetzt bei unseren schönen Palmen- und Farnkrautbäumen) unmittelbar am Stamme gesessen, sie schienen jedoch keineswegs derselben Gattung anzugehören. Bei weiteren Forschungen fand man auch Stammenden mit solchen Blättern, sie waren holzig, cylindrisch; es mochten wohl die Blattstiele eher als die Blätter sein. Endlich fand man einen prächtigen Stamm von einer großen Sigillaria mit den noch daran befindlichen Wurzeln, und siehe da — die Wurzel war das, was man, vereinzelt und für sich als Ganzes betrachtet, früher für einen besonderen Baum gehalten, es war die Stigmaria.



Stammende einer Sigillaria mit Wurzeln.

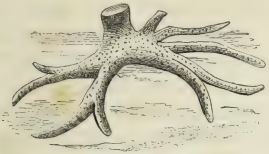
Die obenstehende Figur zeigt in a ein solches Stammende mit den daran hängenden Wurzeln b, wie dergleichen häufig gefunden wird, seitdem man eine größere Aufmerksamkeit auf die Versteinerungen verwendet und dieselben in ihren Fundorten mit mehr Sorgfalt für ihre Erhaltung behandelt.



Stück einer sogenannten Stigmaria, Wurzel der Sigillaria.

Ein kleines Stück solcher Wurzeln ist vorstehend abgebildet, so wie auch einer von den „Blattstielen".

Was man jedoch für Blätter gehalten, das hat sich nunmehr als Saugewurzel ausgewiesen, wie unsere Waldbäume sie gleichfalls haben,



Was man sonst „Stigmaria“ nannte.

nur mit dem Unterschiede, daß sie nicht so regelmäßig und nicht in solcher Menge vorkommen.

Stellt man sich unter nebenstehender Figur den ausgegrabenen Wurzelstumpf einer großen Gebirgstanne vor, so hat sein Aussehen etwas durchaus Natürliches, stellt man sich darunter eine absonderliche Pflanzenart vor, deren Stamm 2 Fuß hoch und 6 Fuß dick, indeß die Zweige von dem Stamm aus strahlenförmig nach allen Richtungen gehen, so begreift man nicht, worauf dieser Stamm gesessen, wie er gewurzelt habe; solche Exemplare sind in den Kohlenschiefern von England in Menge gefunden worden, zum Theil noch mit den kurzen pfriemenförmigen Blättern versehen, welche an der Basis knopfartig angeschwollen sind und mit einem dünnen Stiele an dem Aste festsitzen. Figuier hat ein solches in seinem Werke: „La terre avant le déluge“ gezeichnet, welchem die obigen Figuren nachgebildet sind, und es ist beinahe unbegreiflich, daß nicht der erste Anblick, welcher auffallend an den Stumpf eines forstgerecht abgetriebenen Baumes erinnert, schon gelehrt hat, daß man es hier mit dem Wurzelstock eines großen Baumes

Stammende einer Sigillaria.

Baumartiges Farnkraut.

zu thun habe. Allein es wurde erst in neuester Zeit durch das Auffinden eines ganzen Sigillarienstammes, zusammenhängend mit einer Stigmaria, welche die Wurzel desselben bildete, die Thatsache festgestellt, und noch Unger in seinem Werke: „Die Urwelt in Bildern" giebt ausführliche Zeichnungen, wie die Stigmaria wohl ausgesehen haben möge. Dieses ganze Geschlecht fällt also aus der vorweltlichen Flora hinweg, die Sigillarien aber, welche die höchstentwickelte Form der Gefäßkryptogamen darstellen, — d. h. der blüthenlosen Pflanzen, welche sich nicht aus Zellen in unveränderter Gestalt aufbauen, sondern bei denen diese durch innige Verbindung, unter Verlust ihrer Querscheidewände zu Röhren, Gefäßen werden, — bilden mit den Calamiten, Lepidodendren (Schuppenbäumen) und Farnen den größten und prächtigsten Bestandtheil der Flora der Steinkohlenzeit. Was wir jetzt Farne nennen, ist nur ein schwaches Abbild jener großartigen Pflanzen der Urwelt. Die umstehende Zeichnung giebt eine Idee des Totaleindruckes, den solch ein Baum gemacht haben mag. Es ist dabei zu bemerken, daß er sich sehr deutlich von der Palme unterscheidet; diese nämlich hat nur einfach gefiederte Blätter, indeß die der Farne doppelt, auch wohl dreifach gefiedert erscheinen; die jungen Blätter der Farne ferner kommen mehrere gleichzeitig zum Vorschein, und sie sind zusammengerollt wie die Haarlocken in den Papilloten des Friseurs, die Palmblätter erscheinen immer nur eines nach dem andern und jedesmal aus dem Kern des Stammes gerade aufstrebend, fast zusammengeschlossen, wie ein Billardqueue von oben nach unten immer stärker werdend, bis die Stange sich entwickelt zu vielen einzelnen dünnen Fahnen und einem starken, langen, dreikantigen Blattstiel in der Mitte.

Wenn man die sonderbaren Formen der urweltlichen Bäume betrachtet, so ist es kein Wunder, daß man eine Verwechselung wie die vorgedachte begehen konnte. Die Stigmarien, als Bäume gedacht (abgesehen von ihrer Vereinigung in einem Wurzelknoten), hatten übrigens nichts, was sie zu noch mehr abnormen Pflanzen stempelte, als die Sigillarien sind; der Unterschied, daß die sogenannten Blattnarben (Wurzelnarben) ganz kreisrund, indessen dieselben bei den anderen Bäumen mehr oder minder vieleckig, unregelmäßig gestaltet sind, kann unmöglich ein so auffallender genannt werden. Diejenigen Pflanzen, welche vorzugsweise die Sümpfe lieben und dabei eine starke Entwickelung nach oben zeigen, also viel Nahrung brauchen, pflegen dergleichen Bau zu haben, der Calmus gehört dazu; seine Wurzel ist fleischig, dick, und würde, wenn die Saugwurzel abgefallen und die dickere Masse versteinert wäre, ein Bild geben, welches den einzelnen Stämmen der sogenannten Stigmarien, wenn sie

nicht die oben angegebene Form einer Wurzelmasse haben, sehr ähnlich wäre, es würden sogar die kreisrunden Siegel nicht einmal fehlen; noch auffallender zeigt solche siegelartigen Narben eine schöne Convalaria, welche von dieser Beschaffenheit der Stielnarben den Speciesnamen „Sigillum Salomonis“ führt. Sumpf aber war der Boden all' jener Pflanzen der Steinkohlenperiode, das sieht man an denjenigen, welche entweder in halb verkohltem oder in einem eigenthümlichen verkieselten Zustande haben aufgefunden und mit den Pflanzen unserer Zeit verglichen werden können.

Auch die Farne, an welche sich die Sigillarien anschließen, sind Pflanzen, welche vorzugsweise neben schattiger Feuchtigkeit die Wärme lieben, denn die aufgefundenen verrathen alle ein tropisches Klima, welches zweifelsohne durch die Wärme der Erde unabhängig von ihrer Stellung gegen die Sonne erzeugt wurde.

Die in Kiesel übergegangenen Pflanzen gehören vielleicht nicht eigentlich der Steinkohlenzeit, doch jedenfalls der ihrer Bildung unmittelbar folgenden Periode des Rothliegenden an. Vielleicht zur Steinkohlenzeit gewachsen, aber nicht eingeäschert oder verkohlt, sondern auf der Oberfläche erhalten, wurden sie mit Sand und Thon bedeckt, und es sonderte sich die Kieselsubstanz aus dem Gemenge ab, um sich in den Holzfasern niederzuschlagen oder diese, da von der Kohle überhaupt wenig vorhanden ist, ganz zu verdrängen und nur die Form beizubehalten (die Kohle höchstens als färbendes Mittel). So finden wir völlig in Achat, Chalcedon, Feuerstein übergegangenes, sogenanntes „fossiles Holz“ ziemlich häufig, und es ist wunderbar, wie vollständig alle Gefäße, die ganze Textur der Pflanze, das Mark ꝛc. in ihrer Form erhalten sind, indessen die Substanz selbst völlig verschwunden ist.

An manchen Orten findet man ganze Lager von versteinertem Holze; das Rathhaus in Nordhausen hat eine Treppe, welche aus Sandstein besteht, der in jedem einzelnen Stücke auf das Unzweideutigste bekundet, nicht sowohl, daß er ehemals Holz gewesen, als daß seine Masse sich Schicht für Schicht nach den Jahresringen und nach den Fasern, Röhren, Aesten ꝛc. abgelagert hat; an andern Orten sieht man die Holzmasse in den schönsten theils durchsichtigen, theils undurchsichtigen, mannichfaltig gefärbten Achat verwandelt. Auf Vandiemensland giebt es in der sogenannten Derwentbucht ein Thal, welches einen Wald von versteinerten, in Opal verwandelten Bäumen enthält. Capt. James Roß erzählt darüber:

„Eine der wunderbarsten naturhistorischen Merkwürdigkeiten, welche auch allezeit die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich zieht, die Vandiemensland besuchen, ist das Thal der versteinerten Bäume, von denen viele auf das Vollkommenste zu Opal geworden. Graf Strzelezki bemerkt

in seiner vortrefflichen Beschreibung dieses Landes, daß er nirgend versteinertes Holz schöner gesehen, als in dem Derwentthale, und die ursprüngliche Structur des Holzes nirgend besser erhalten sei. Während die auswendige Seite eine gleichartige, harzglänzende Oberfläche zeigt, wie eine noch lebende, wohl mit Rinde versehene Tanne, ist das Innere deutlich aus concentrischen Schichten zusammengesetzt, welche ganz compact und homogen zu seinen scheinen, sich jedoch ganz bequem der Länge nach spalten lassen.

„Ich habe Gelegenheit gehabt (sagt Capt. James Roß), diese sehr merkwürdigen Ueberreste eines urweltlichen Waldes in Gesellschaft des Gouverneurs Sir John Franklin und des Mr. Barker, des Eigenthümers von Rose-Garland, wo sie von dem Letzgenannten entdeckt wurden, zu besuchen. Des Letztgenannten Sorgfalt hat sie auch noch einigermaßen vor dem zerstörenden Hammer reisender Geologen bewahrt; der schönste der Bäume ist trotz dessen sehr mitgenommen und zum größten Theil entführt worden.*) Mr. Barker war so freundlich, mir den ganzen Rest für das britische Museum anzubieten, aber es kam mir fast wie ein Sacrilegium vor, ein solches Kleinod von seiner ursprünglichen Stelle, an welcher es für den reisenden Geologen bei Weitem mehr Anziehendes bietet, zu entfernen, und da ich noch vollständigere Exemplare von der Kerguelen-Insel nach England geschickt hatte, so schlug ich das Anerbieten aus und bat ihn, nur noch wirksamere Maßregeln zu ihrer Erhaltung zu treffen.

„Der bedeutendste dieser Bäume steht senkrecht in blasiger Lava am äußersten Punkte eines Felsengrats, 70 Fuß über dem Wasserspiegel des Flusses; der Baum selbst hat nur eine Höhe von 6 Fuß, am obern Ende mißt er 15 Zoll im Durchmesser. Unfern dieses befindet sich ein anderer Baum in einer schornsteinartigen Höhle, welche viel länger ist als das Stammende und durch die genauen Abdrücke, die ihre innere Seite hat, zeigt, daß hier, wo sie leer ist, die Fortsetzung desselben Baumes gestanden, der hohle Raum hat eine Länge von 7 Fuß. Diese wie alle übrigen versteinerten Bäume stehen senkrecht, woraus hervorzugehen scheint, daß sie noch im Wachsthum waren, als die überströmende Lava sie ereilte, welche auch alle Blätter und Zweige verbrannte und erst bei einer gewissen Dicke des Baumes Widerstand genug fand, um an seiner saftigen Fülle zu erstarren und ihn nicht auch zu verkohlen. Es wäre interessant, zu erfahren, ob man noch die Wurzeln fände, was beweisen würde, daß sie noch ihren

*) Man verliert übrigens allen Respect vor dem urweltlichen Walde, wenn der Hammer der Geologen ihm gefährlich werden kann, da derselben auf Vandiemensland nicht so viele sein dürften als im Harz und in Thüringen.

ursprünglichen Standpunkt inne haben; vielleicht aber sind sie auch so, aufrecht stehend, vom glühenden Lavastrom fortgeschoben, wie ein Gletscher eingeschlossene Gegenstände mit sich trägt."

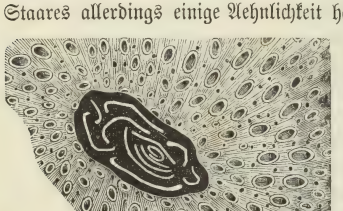
Die Kerguelen-Insel und die dort gefundenen versteinerten Bäume sind von Roß in der obigen Erzählung angeführt; was er darüber selbst sagt, ist Folgendes:

„An der Südseite des Hafens (des Weihnachtshafens auf der Kerguelen-Insel) liegt der merkwürdige, von Cook beschriebene Felsen, der einen so hervorstechenden Zug in seiner Zeichnung von der Bucht bildet. Es ist eine große Basaltmasse, viel neuer als der Fels, auf dem sie ruht, und durch den sie in halb flüssigem Zustande hervorgebrochen zu sein scheint; sie ist über 500 Fuß dick und lagert über einem älteren Gestein in der Höhe von 600 Fuß über der Meeresfläche. Zwischen diesen Felsarten von verschiedenem Alter werden hauptsächlich die versteinerten Bäume gefunden, und einer von mehr als 7 Fuß Dicke wurde ausgegraben und nach England geschickt. Einige Stücke dieses versteinerten Holzes schienen noch so frisch zu sein, daß man sich erst durch genaue Untersuchung überzeugen mußte, daß man es mit Steinen zu thun hatte. Sie finden sich in jedem Stadium der Versteinerung, von der Steinkohle, die ganz gut brannte, bis zum Kiesel, welcher Glas ritzt. Eine Schicht von Schiefer, die mehrere Fuß dick ist und auf den versteinerten Bäumen lagert, scheint es gewesen zu sein, welche das Verkohlen derselben gehindert hat, als die flüssige Lava darüber hinströmte. Eine besondere geologische Merkwürdigkeit dieser Insel sind die vielen über einander lagernden Schichten Steinkohlen von einigen Zoll Dicke bis zu mehreren Fuß Mächtigkeit."

Der Engländer macht hier statt einer näheren Beschreibung der Lagerungen die Bemerkung, er wisse nicht, ob die Steinkohlen hier in hinlänglicher Menge vorhanden wären, um einen Handelsartikel zu bilden, glaube aber, es seien doch wenigstens so viele vorhanden, um vorbeifahrenden Dampfschiffen als Kohlendepot zu dienen. Dieses interessirt nun allerdings den Engländer, der immer nur den Handel seiner Insel im Auge hat, viel weniger aber den Geologen, viel weniger Denjenigen, der sich mit der physischen Beschaffenheit der Erdoberfläche vertraut machen will. Von dem gegenwärtigen Theile der Erzählung ist uns besonders wichtig, daß über der Steinkohlenformation und in denjenigen Schichten, welche die Kohle bedecken, Versteinerungen kieselartiger Natur vorkommen, und daß man diese sowohl auf der Südspitze von Neuholland (Vandiemensland) als um ein Viertheil des Erdumfanges von jenem Punkte entfernt auf der Kerguelen-Insel sowohl wie in der Mitte von Deutschland gefunden hat.

Die hier in unserer Nähe gefundenen verkieselten Pflanzen sind Farne.

Die Art, wie sie in den jetzigen Zustand gekommen, ist durchaus räthselhaft. Die Farne haben die Eigenheit, von ihrem Stamme abwärts eine Menge Wurzeln auszusenden, welche anfangs nur Luftwurzeln zu sein scheinen, nach und nach aber sich längs des Stammes hinabsenken und die Erde erreichen, so den Stamm umgebend und stützend und ihm Nahrung zuführend, indeß seine Krone lustig weiter wächst. Dergleichen Bäume findet man in und unter dem Rothliegenden, so in Kiesel verwandelt, daß zuerst der Stamm selbst mit allen seinen wunderlich gekrümmten Linien und Fasern, dann die ganze Wurzelmasse in Kiesel umgewandelt und endlich dies Alles noch von einem Mantel von Kieselmasse, gewöhnlich Chalcedon, ganz schwarz, durchdrungen und umgeben ist. Werden solche Stämme quer durchschnitten, in Platten gesägt und polirt, so geben sie ungemein schöne Schmucktafeln zu allerlei Geräthen, wie man dieselben sonst aus Achat, Carneol und ähnlichen Steinen machte; wegen der schwarzen Farbe und der darauf befindlichen ovalen Flecke von weißer Farbe heißen sie Staarsteine, indem sie mit dem schwarzen, weiß gesprenkelten Kleide des Staares allerdings einige Aehnlichkeit haben. Die nebenstehende Zeichnung giebt das Abbild eines solchen quer durchschnittenen Stammes in seiner natürlichen Größe; der schwarze Fleck in der Mitte ist der eigentliche Stamm, welcher immer flachgedrückt vorkommt, die weißen geschlängelten Streifen sind die verkieselten Gefäßbündel, indessen der Zwischenraum mit Chalcedon ausgefüllt ist. Die ovalen Punkte, welche beinahe regelmäßig rund um den Stamm gestellt scheinen, sind die quer durchschnittenen Wurzeln, gleichfalls weiß verkieselt, indeß die Röhren innerhalb derselben schwarz ausgefüllt sind, so wie die Masse, die sie und den Stamm zu einem Stein macht und das Ganze noch umhüllt, gleichfalls schwarz ist.



Verkieselter Farnstamm. Staarstein.

In diesem Zustande verkieselt kommen die Blätter der Farne nicht vor, man kennt mithin die ganze Pflanze, von welcher die Staarsteine künstliche Abschnitte sind, keineswegs; es scheint, als habe der Kiesel, der grobe Sand, das Conglomerat, in welches eingebettet man die Stämme findet, die zarteren Theile, die schönen, fein gefiederten Wedel zerrieben; im Thonschiefer dagegen findet man die Abdrücke (manchmal auch noch die Blätter selbst im halbverkohlten Zustande) in solcher Schönheit und Vollendung, daß man sich ohne alle Mühe ein Bild von den Pflanzen

machen kann, daß man seine Phantasie gar nicht anzustrengen braucht, um sich dieselben zu vergegenwärtigen.

Wir haben in dem Vorliegenden ein Bild der Flora aus der ältesten Periode organischer Bildung, der Primärperiode oder dem paläozoischen Zeitalter. Die Pflanzen haben alle den einfachsten Charakter, es fehlt ihnen, wenn sie auch schöne Blattformen haben, doch die Entwickelung zur Blüthe und Frucht.

Ein Anderes ist es schon mit der darauf folgenden Periode der Erdentwickelung. Waren zuerst nur Sumpfpflanzen zu finden, deutet die ungeheure Zahl der Individuen, verbunden mit der geringen Zahl der Arten, auf einen beschränkten Raum, auf Inselflächen, so tritt in der zweiten Periode die Zahl der Individuen in den Hintergrund, und die der Species vermehrt sich.

Die Gesteingruppe, welche man unter dem Namen der **secundären Formation** zusammenfaßt, liegt über dem Rothliegenden und dem Zechstein, sie beginnt von unten, der ältesten dieser Schichten neuerer Formation angefangen, mit dem sehr bekannten bunten Sandstein, wie er bei Gotha in überraschender Schönheit gefunden wird, und wie er an tausend anderen Punkten, wenn auch nicht gerade so hell und mannichfaltig gefärbt, vorkommt. Darauf ruht gewöhnlich der Muschelkalk, die Keuper-, Lias-, Jura-, Wealden-Formation, dann kommt Quadersandstein und endlich Kreide, welche als oberste Schicht diese Gruppe secundärer Gesteine beschließt.

Wenn auch durchaus nicht zu verkennen, daß die Gesteine von einander abweichen, ganz verschiedene Zusammensetzung, ganz verschiedene Stoffe haben, wenn ebenso wenig geleugnet werden kann, daß diese verschiedenen Schichten viele tausend Jahre aus einander liegen, so hat man dennoch Recht, sie unter eine Bildungsperiode zusammenzufassen; denn die Pflanzen und Thiere, welche sie einschließen, haben in der untersten wie in der obersten dieser Schichten einen und denselben Charakter, ja es sind dieselben Species, welche im bunten Sandstein, im Keuper- und Liaskalk wie in der Kreideformation vorkommen. Es hat sich demnach die Natur der Erdoberfläche in dieser ganzen Zeit nicht wesentlich geändert, allein gegen die frühere Periode sticht sie bedeutend ab, schon darin zuerst, daß die Umwandlung des Erdkörpers nicht mehr allgemein gewesen ist, sondern einen lokalen Charakter trägt. Zwar geht die Kreideformation über die ganze Erde, allein dasjenige, was wir unter dem Namen der Juraformation verstehen, was in Europa sehr allgemein verbreitet ist und den speciellen Namen Jura nicht etwa deswegen trägt, weil es sich nur in diesem Gebirge findet, sondern weil es dort am schönsten und deut-

lichsten ausgesprochen ist, das fehlt in Südamerika sowohl als in Nordamerika fast gänzlich. Ebenso fehlt es daselbst an den wunderbaren Thiergestalten, welche diese Formation einschließt, welches wiederum beweist, daß schon ein, vielleicht klimatischer, Unterschied stattfand, wenigstens sich nach und nach einleitete, so wie er jetzt stark ausgesprochen ist. Auf derselben Räumlichkeit ferner findet man Pflanzen, die ausschließlich dem Sumpfe angehören, neben anderen, welche die Eigenthümlichkeiten zeigen, die ein trockener Standpunkt mit sich bringt; es war mithin schon Berg und Thal vorhanden.

Zuerst und zumeist begegnen uns die Pflanzen, die wir schon kennen, sowohl in den früher vorhandenen als in vielen neuen Species, nämlich die Farne, die Rohr- und Schilfgattungen, die Schachtelhalme und die Lycopodien; merkwürdig genug aber verschwinden die großen Stämme der beiden letzteren, und sie stehen den jetzigen viel näher, sind ihnen wenigstens sehr ähnlich und unterscheiden sich nur noch in der Größe von ihnen.

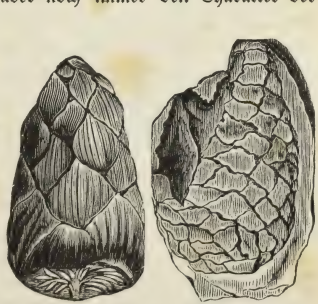
Die Schilfformation tritt mächtig auf, nicht sowohl um große Lager von verkohlter Pflanzensubstanz zu bilden, — diese fehlt in der zweiten Erdumbildungsstufe, im secundären Gebirge, beinahe ganz, — als um mächtige Strecken von Sandstein so zu durchsetzen, daß er von ihr den Namen (Schilfsandstein) erhalten.

Vorweltliche Cycas.

Eine Pflanze, welche in den früheren Epochen, namentlich in der Steinkohlenformation, nur in sehr wenigen Species auftritt und gegen-

wärtig über die ganze Erde noch in etwa 100 Species verbreitet ist, kommt in der sekundären Formation so außerordentlich häufig vor, daß man beinahe sagen könnte, sie charakterisirt dieselbe vollständig; es ist die Familie der Cycadeen, Sagobäume oder Palmenfarne (Cycas revoluta ist jetzt eine der kostbarsten Zierden unserer Gewächshäuser), von welcher Schimper im Liaskalk, im eigentlichen Jura und in dem Keuper, dem bunten Sandstein und der Kreide 175 fossile verschiedene Arten zählt, und wovon die vorstehende Figur eine der allgemeinen Form dieser Pflanzengattung entsprechende Idee giebt.

Die Pflanzenfamilie, den Palmen nahe verwandt, den tropischen Charakter ihres Heimathsortes (also auch unseres Vaterlandes) verrathend, geht von der Steinkohlenformation durch alle anderen Schichten (außer dem Muschelkalk, welcher sie nicht enthält) aufwärts und vermehrt sich in Arten und Individuen, allein sie zeigt gerade so wie die Calamiten und Farne, daß die Organisation der Gewächse in den auf einander folgenden Zeiträumen, welche die Bildung der verschiedenen Schichten fordert, eine theilweise Umwandlung erlitten hat, daß jedoch die Natur im Großen und Ganzen ihrer Entwickelungsrichtung getreu bleibt, daß nämlich die unvollkommenen Formen so lange ununterbrochen wiederholt hervorgebracht und in immer neuen Repräsentanten desselben Habitus dargestellt werden, als die Erdoberfläche selbst diejenige Beschaffenheit enthält, welche in der ursprünglichen noch unentwickelten Art — in ihrer Rohheit, möchte man sagen — die höheren Organismen ausschließt. Es scheint, als ob nach und nach wohl mehr Inseln aus der Meerestiefe empor gestiegen seien, das Gesammterdreich aber noch immer den Charakter der Nässe, der Sumpfigkeit und Gährung behalten habe, der früher ohne Zweifel dagewesen sein muß.



Früchte einer Zamia.

So wiederholt sich denn an den geeigneten Standpunkten bis auf diese Stunde die Form der Farne, der Equiseten, so auch kann man die der Cycadeen (Cycas, Zamia, Zamites ꝛc.) verfolgen, die in allen Perioden der Erdumbildung, von der Secundär-Formation aufwärts bis zur Gegenwart, in so reichlicher Menge vorkommen, daß ihre Früchte, Wedel und ganzen Körper durchaus nicht zu den seltenen Versteinerungen gehören. Die vorstehenden Figuren geben zwei verschiedene Früchte, eine

der Zamia ovata, dies ist diejenige mit den größeren Schuppen, die andere mit mehr, aber kleineren Schuppen gehört der Zamia crassa an, beide in halb natürlicher Größe. Die nebenstehende Figur zeigt die cocosnußartige Frucht von Zamites lanceolata in natürlicher Größe.

Frucht von Zamites lanceolata.

Die Cycadeen erreichten eine Höhe von 4—36 Fuß, — so lange Stämme derselben hat man gefunden. Die jetzigen werden selten höher als 3 Fuß; an die Stelle der baumartigen Cycadeen treten in der neuesten Periode der Erde die verwandten, aber viel schöneren Formen der Palmen.

Einer höheren Entwickelungsstufe der wenn auch noch sehr unvollkommene Blüthen tragenden Pflanzen gehören die Coniferen, d. h. die Nadelhölzer an, welche zwar schon in der Steinkohlenformation auftreten, aber in der Sekundärperiode mit den Cycadeen den Charakter der Flora recht eigentlich bestimmen. Auf dem Gebirgszuge zwischen Adersbach und Cudowa bei dem böhmischen Dorfe Radowenz wurde im Jahre 1857 ein versteinerter Wald entdeckt, $2^1/_2$ Meilen lang, $^1/_2$ Meile breit. — Man hat noch nirgends etwas Aehnliches gesehen, es giebt Orte, an denen man 30,000 Centner versteinerten Holzes mit einem Blick übersieht, sämmtlich Nadelbäume. Eine neue Species wurde zu Ehren des ursprünglichen Entdeckers Araucaria Schrolliana benannt. In dem Steinkohlenboden bei Pilsen hat man ebenso verkieselte Stämme von 24 Fuß Länge und 3 Fuß Durchmesser gefunden, theils liegend, theils stehend, wahrscheinlich sind sie durch kieselhaltige Gewässer in diesen Zustand versetzt. Diese setzen einen trockenen Boden und ein kälteres Klima voraus; es geht also der bis dahin herrschende entschiedene Charakter einer Sumpf- und Inselwelt verloren, das Land hebt sich, wird trocken, gestaltet sich zu Hügeln und Bergen, und wenn wir die Früchte und die ganzen Stämme der zapfentragenden Pflanzen mit Cycas-Arten, den kurzstämmigen Palmen, gleichzeitig vorkommen sehen und diese letzteren Nässe und Hitze fordern, die ersteren aber Trocken-

heit und einen kühleren Standpunkt, so werden wir von Hügeln und Bergen zu Gebirgen geführt, auf denen auch noch jetzt in den Tropenregionen die Nadelbäume wachsen. Burmeister sagt: „Wir dürfen daraus auf höhere, dicht und gleichmäßig von Nadelhölzern bewaldete Bergstrecken, vielleicht weite Hochebenen im Innern der erhobenen Ländermassen schließen, während die Cycadeen, nach heutiger Gewohnheit mit Farnkräutern, einzelnen aber kleineren Lycopodien, selbst mit Palmen oder Liliengewächsen untermischt, die Ufer jener höheren und größeren Ländermassen umgeben. In tiefen Buchten solcher bewaldeten Hochlande scheint sich besonders das organische Leben gesammelt zu haben, denn vorzugsweise in solchen isolirten Becken finden wir die Reste abgelagert. Dort war es auch ohne Zweifel, wo an den Ufern in ungestörter Ruhe die tropische Vegetation am besten gedieh und zahlreiche Wassergewächse, die das hohe Meer nicht duldet, ihren ruhigen Aufenthalt fanden; denn gerade an solchen, mit Versteinerungen reichlich ausgerüsteten Orten fehlen auch sie (die Meerespflanzen) in der Regel nicht.

Unter den Pinus- (Nadelbaum-) Arten sind die ungemein schön geformten Araucarien besonders häufig, wovon der nebenstehende Zweig eine Andeutung giebt, allerdings nur, wie dieselben in den Gesteinen verstümmelt vorkommen; im lebenden Zustande sind die Araucarien dadurch so schön, daß sie rund um den Stamm ihre Zweige quirlförmig und höchst regelmäßig gestellt haben und dadurch den Eindruck der größten Zierlichkeit und Eleganz machen. Nächst diesen und ein paar anderen unseren jetzigen Coniferen ähnlichen Species kommen noch einige vor, die ganz ausgestorben sind, die man lebend gar nicht mehr findet.

Araucaria.

Eine stärkere Verschiedenheit der Pflanzendecke von der einer früheren Periode zeigt sich in den Steinlagern über der Juraformation, besonders wenn es Süßwasser-Sedimente sind; man vermag sehr deutlich die nur mit Seepflanzen durchsetzten Quadersandsteine, die vorzugsweise Algen- und Fucusarten enthalten (wovon ein besonders reichlich damit versehener seinen Namen erhalten hat: Fucoidensandstein), von den späteren zu unterscheiden, die nur Pflanzen waldreicher Uferlandschaften enthalten, und noch besser von

einer dritten Schicht, deren vollständige Binnenland-Flora auf ausgedehnte, trocken gelegte Landschaften schließen läßt. Hier sind deutlich die ersten Laubhölzer zu erkennen, und wir sehen auch bei diesen, wie mit dem geeigneten Boden sich die geeigneten Pflanzen einstellen. Die ersten Laubbäume sind Weiden, die mit dem schlechtesten Boden vorlieb nehmen, wenn sie nur die nöthige Feuchtigkeit haben, was allerdings in jenen früheren Perioden vorauszusetzen ist. Auch Pappeln und Haseln kommen fast unzweifelhaft vor; ob es richtig ist, wenn andere Blätter aus diesen Sedimentschichten den Linden, ja den noch höher entwickelten Tulpenbäumen zugeschrieben werden, — mit welch letzteren allerdings ihre wunderbare Blattform übereinstimmt — müssen wir dahingestellt sein lassen, aber für gewiß kann man annehmen, daß die gesammten Pflanzenreste dieser höheren Schichten einer Süßwasser-Formation ihre Vereinigung verdanken. Es müssen große Wassermassen aus höher gelegenen Landestheilen herabgekommen sein und damit jene verschiedenen Landpflanzen zusammengeschwemmt haben; ihr vereinzeltes, an besondere Oertlichkeiten gebundenes Auftreten spricht gleichfalls dafür.

Die Steinkohlen dieser Periode, welche man früher wenig oder gar nicht kannte, liegen sehr tief, sie sind immer nur unter dem Keupersandstein zu finden. Dieser bunteste von allen Sandsteinen, aus vielen über einander abgelagerten parallelen Schichten von Sand und Thon in den verschiedensten Farben bestehend, beginnt in seinen untersten Lagen fast immer mit einem lichtgrauen Schieferletten, welcher bald sehr sandig wird und in einen stark thonhaltigen Sandstein übergeht, aus welchem Thongallen, selbst Glimmerblättchen sich ausscheiden. Die graue Farbe hat dieser Schieferletten von beigemengten, organischen verkohlten Resten; mit diesem Gestein treten die Pflanzen selbst in verkohltem Zustande unter dem Namen „Lettenkohle" auf, sie halten viele Versteinerungen eingeschlossen.

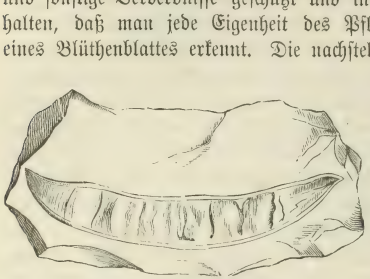
Der Keupersandstein, welcher nicht selten in hundertmal über einander verschiedenartig, hellgelb, weiß, dunkelgelb, grün, braun, roth, bläulich geschichteten Lagern massenhaft ansteht und sehr viele Versteinerungen von Thieren und Pflanzen führt, hat doch sonst in keiner seiner Lagerstellen mehr Kohle eingeschlossen, daher die Zeit seiner Bildung nicht große Massen von verkohlbarer Substanz aufgehäuft zu haben scheint.

Wir nehmen bei den die Oberfläche der Erde bedeckenden Schichten sehr deutlich eine dritte Art von Bildung wahr, die man dieser Reihenfolge wegen die tertiäre Formation genannt hat. Was an Organismen in derselben vorkommt, unterscheidet sich von denen der zweiten viel stärker, als die der zweiten von denen der ältesten oder ersten, und nähert sich den jetzt lebenden Geschöpfen der Pflanzen- und Thierwelt so sehr, daß

wir, wenn nicht überall die Species, so doch wenigstens die Familie unzweifelhaft nachweisen können, und auch die Species der Versteinerungen finden sich nicht eben sehr selten unter der Flora der Länder, in denen die Versteinerungslager sich befinden.

Dieses letzte Merkmal ist besonders entscheidend für die tertiäre Formation. Man muß glauben, daß früher in den Anfangszuständen des organischen Lebens das Klima der für Pflanzen und Thiere bewohnbar gewordenen Erde unabhängig von ihrer Stellung gegen die Sonne gewesen, daß die Neigung der Erdaxe, welche den Zonenunterschied bedingt, damals keinen solchen Unterschied hervorbrachte; nicht etwa weil sie vielleicht gar nicht stattgefunden — so weit gehen unsere Muthmaßungen gar nicht zurück — sondern vielleicht weil die Sonnenmasse noch nicht so dicht war und somit das Licht und die Wärme noch mehr als gegenwärtig durch den Weltraum sich zerstreute, und die Atmosphäre der Erde zu dicht, zu sehr mit Wasserdunst erfüllt war, um den Sonnenstrahlen Durchgang zu gestatten. Wir wissen ja, wie wenig dazu gehört; schon der Dampf, der aus einer Theemaschine strömt, wirft im Sonnenschein deutlich Schatten, und eine Nebelschicht von 20 Fuß Dicke verbirgt die Sonne ganz und gar. Damals also, in jener *ersten* Epoche, war der Vegetations-Charakter über die ganze Erde gleich; in der *zweiten* unterschied er sich schon deutlich nach dem Standpunkte: ob trocken oder naß; in der *dritten* Periode sind klimatische Unterschiede unverkennbar; man findet in Deutschland nicht mehr Cycasarten, nicht mehr Palmen, baumartige Farne und Gräser, nur in Böhmen will man einzelne Stämme gefunden haben, welche Palmen angehören sollen, und welche, in dem Museum zu Prag aufbewahrt, allerdings wie Palmenstämme oder wenigstens wie tropische Rohrarten (Bambusse) aussehen; dies kann jedoch wirklich der Fall gewesen, es können diese tropischen Pflanzen vor 20 Jahrtausenden dort sehr wohl heimisch gewesen sein, während sie unter der Oberfläche des in gleicher Breite liegenden Königreichs Sachsen nicht vorkommen, also dort nicht heimisch waren, gerade so gut wie in Planitz bei Zwickau die Ananas im Freien wachsen, was in der Mark keineswegs der Fall ist; denn dort erwärmt ein meilenweit gehender unterirdischer Brand eines Steinkohlenlagers den Boden so, daß kein Frost ihn berührt, ja selbst nicht einmal Schnee fällt, indem die erwärmte Luft denselben schmilzt, bevor er die Erde berührt. Es ist dadurch nicht ausgeschlossen, daß die Erde damals überhaupt noch etwas wärmer gewesen als jetzt; allein klimatische Unterschiede fanden in jedem Falle statt, sie sind das Resultat der Einwirkung der Sonne und sprechen sich aus in der flora subterranea, in der unterirdischen, vorsintfluthlichen Pflanzendecke der Erde.

In den Gypslagern und den weitgestreckten Schichten von Süßwasserkalk findet man unzählige Abdrücke von Pflanzentheilen aller Art, Blätter, Zweige, ja sogar Blüthen und Früchte, allerdings nicht nach Appert's Methode aufbewahrt, nicht genießbar, dagegen desto sicherer gegen Fäulniß und sonstige Verderbnisse geschützt und in ihrer Form so vollständig erhalten, daß man jede Eigenheit des Pflanzengewebes, jedes Aederchen eines Blüthenblattes erkennt. Die nachstehende Figur ist z. B. die Schote einer Akazie, was ganz unzweifelhaft ist, da man auch die Blätter von Mimosen (Akazien) gefunden hat.



Versteinerte Schote einer Akazie.

Es läßt sich aus diesem Abdruck mit Sicherheit erkennen, daß die Pflanzen dem Lande, wie es jetzt beschaffen ist, und welches wir schon einige Male, zum Unterschiede von Sumpfland, trockenes genannt haben, angehören. Dabei darf man aber nicht meinen, die Sumpf- und Meerpflanzen fänden sich in der Tertiär-Formation nicht. Der Grobkalk und manche Art des Sand- und Thonsteines enthalten ihrer in Menge, und aus dieser Vermischung der Pflanzen verschiedener Standorte geht eine außerordentliche Mannichfaltigkeit dieser vorweltlichen Flora hervor.

In dieser tertiären Formation findet man nun nicht Spuren der zarteren Gewächse, sondern man findet sie selbst, auch ihre feinsten Theile in den schönsten Abdrücken, so die Seealgen und Tangarten im italienischen Grobkalk und in derselben Formation unfern Paris die allerschönsten Moose. Im Gyps derselben Gegend kommen die Früchte einer auch jetzt noch lebenden Schachtelhalmspecies, der Chara (Wasserstern) vor, das ist einer Pflanzengattung, welche zur natürlichen Familie der Najaden gehört, unter dem Trivialnamen „Wasserschaffheu" ziemlich bekannt ist (wenigstens den Hausfrauen in Süddeutschland, welche mit diesem Schachtelhalm ihr Zinn und Kupfer blank scheuern, was die Kieselschale bewirkt, die alle Schachtelhalme und die Rohrgattungen umgiebt). Die Pflanze, in Sümpfen wachsend in ganzen Wäldern, aber meist unter Wasser bleibend, trägt in jedem Blattwinkel der sternförmig um den Stamm gereihten Blätter kleine rothe Kügelchen, ihre Staubbeutel oder Früchte sind ungefähr so groß wie der Samen der Rade, eines Getreideunkrautes, welches mit der Kornblume verschwistert vorkommt. Diese Kügelchen kommen in Pariser Gyps sowie im Grobkalk daselbst in so enormer Menge vor, daß die Gesteine

gänzlich damit durchwebt sind, an manchen Stellen beinahe nur aus diesen Samen zu bestehen scheinen. Sie sind ein Zeugniß, daß die Equiseten auch in dieser Periode nicht fehlen, sowie sie denn auch noch in vielen anderen Species vorkommen, nur nicht mehr riesig wie in der Steinkohlenbildungszeit, sondern in einer Größe, welche die der unsrigen um nichts übertrifft. In dieser Pflanzenfamilie haben wir einige, welche ununterbrochen aus der früheften Epoche bis in die Gegenwart hinabreichen und sich nur in ihren Größenverhältnissen verändert haben. Dasselbe findet mit den Lycopodien, den Bärlapparten, statt, die gleichfalls alle Perioden durchwandern, wie die Farne und Equiseten Bewohner der feuchten Wälder waren und sich von den jetzigen nur durch die Größe unterscheiden; die Farnkräuter dagegen haben in ihren Species so sehr gewechselt, daß man für viele derselben in unserer Zeit vergeblich nach Repräsentanten sucht, wie z. B. die Sigillarien dahin gehören.

Die Verkohlung der Pflanzenreste in der tertiären Formation ist eine unvollkommene, die Substanzen sind nicht schwarz wie die Steinkohle oder der Graphit, nicht ganz oder beinahe bitumenfrei wie dieser und der Anthracit, sondern im Gegentheil sehr reich daran, ja die Substanz, welche wir Bitumen nennen, findet sich flüssig und fest in den Bildungen dieser Periode vor und stellenweise in großen Massen. Ueber die Bildung dieser unvollkommenen und deshalb beim Brennen sehr übelriechenden Kohle ist man nicht im Zweifel. Sie gehört der jüngsten Formation an und hat deshalb vielleicht unvollkommen sein müssen, weil die Erde nicht mehr so mächtige plutonische Erhebungen machte, durch Näherrücken des Feuerheerdes die Oberfläche (deren erstarrte und erkaltete Masse viel dicker geworden war) nicht mehr in Gluth, nicht mehr in so hohe Temperatur versetzte, als uns die Anthracit- oder Graphitbildung verräth.

Die Sand- und Thonschichten der tertiären Formation, zwischen denen die Braunkohle, häufig mit ihnen abwechselnd, zu liegen pflegt, verrathen, so wie diese Kohle selbst, ein jugendliches Alter im Vergleich zu den früheren Gebilden ähnlicher Art. Wo man sonst Sandstein und Thonschiefer fand, da findet man in der tertiären Formation Sand und Thon. Der erstere allerdings, wenigstens in der Erde noch, steinartig zusammenhängend, doch zum Bauen durchaus nicht brauchbar, weil er beim Trockenwerden in seinen glimmerhaltigen Sand zerfällt, der letztere stets in dem Zustande, den man plastisch nennt, biegsam, bildsam, weich und zart anzufühlen und daher zu allen denjenigen Arbeiten anwendbar, welche man gegenwärtig Töpferwaare nennt. Das Fayence, das feinste Porzellan, die Ofenkachel und der Dachziegel haben dieselbe Grundlage, und die verschiedenartigen Geschirre, welche daraus verfertigt werden, unterscheiden sich nur im Zusatz

eines Schmelzmittels (so beim Porzellan), welches den Thon in Fluß bringt, oder eines Ueberzuges (Glasur), welcher die äußeren Theile umgiebt. Lehm zu Ziegeln ist schon in der Erde, in seinem Fundorte mit Kiesel, mit mehr oder minder feinem Sand vermischt, er wird sofort ohne Vorbereitung verwendet.

Zwischen den Thon- und Sandlagern eingebettet finden sich die Braunkohlen in ihren verschiedenen Stufen, und es ist von ihnen noch viel sicherer anzunehmen als von den Steinkohlen, daß sie von den Pflanzenresten herrühren. Wir haben schon bei Besprechung der Steinkohlen von dem harzigen und öligen Theile derselben, von dem Bitumen gesprochen; es dürfte vielleicht nicht unzweckmäßig sein, hier etwas darüber einzuschalten, weil gerade die demnächst uns beschäftigende Braunkohlenformation daran so sehr reich ist.

Alle Pflanzen, aber besonders die harzigen, entwickeln in der trockenen Destillation ein schmieriges, nach und nach trocknendes Oel, den Theer. Nur wenig verändert findet man die Substanz in der Erde; manche Länder sind daran sehr reich, so Kleinasien, die Ostseite des Kaukasus, die Insel Trinidad u. a. In der gewöhnlichsten Form hat es seine Flüssigkeit beinahe verloren, es heißt dann Pech, zum Unterschiede aber von dem aus Pflanzen künstlich bereiteten heißt es Erdpech und wegen seines Vorkommens im ältesten Wohnsitze der Juden Judenpech, Asphalt. Ist dasselbe nicht fest, so heißt es Erdtheer und in einer leichter flüssigen Gestalt Erdöl, Steinöl. Es ist bräunlich, von eigenthümlichem, durchdringendem Geruch, schwimmt auf dem Wasser, ist fett anzufühlen und brennt außerordentlich lebhaft mit einer kaum zu dämpfenden Behemenz, entwickelt dabei viel Ruß, hat aber, wenn genug Luft zugeführt wird, eine so starke Leuchtkraft, daß man es an manchen Orten mit großem Vortheil zur Straßenbeleuchtung eingeführt hat; in verschlossenen Räumen ist es nicht anwendbar wegen seines starken Geruches. Die reinste Form dieses mineralischen Oeles heißt Naphta; als solches ist es wasserklar, höchst dünnflüssig und wo möglich noch brennbarer als das Steinöl.

Dieser Erdtheer ist das Bitumen, ein Destillat von Pflanzenstoffen. Es kommt an manchen Orten so häufig vor, daß es ganze Flächen bedeckt; auf dem todten Meere erscheint es, nachdem es flüssig aus dem Seegrunde emporgedrungen, bald erhärtet in Schollen, welche an das Ufer geworfen werden und dasselbe rund umher bedecken; auf der Insel Trinidad ist ein See, welcher dieses Erdpech in solcher Menge auswirft, daß seine Ufer an manchen Punkten von mächtigen Felsen begrenzt erscheinen, die aus reinem Asphalt bestehen. Früher, wo dieses „Judenpech" aus Palästina kam, war es theuer und fand daher nur eine geringe Anwendung; jetzt, wo es von der westindischen Insel Trinidad (im Caraibenmeer vor den Mündungen

des Orinoco) in Menge herüber kommt, wird es schon zum Straßenpflaster gebraucht, denn der Pitsch lake (Pechsee) auf der Insel Trinidad, beinahe so groß wie das todte Meer, liefert dessen so ungeheuer viel, daß man es gar nicht bewältigen kann; der ganze See nämlich besteht aus diesem weichen Asphalt, der sich fortwährend neu erzeugt, nachschiebt aus dem lockeren, thonigen und sandigen Boden, nicht einmal seine Oberfläche ist mit Wasser bedeckt, obschon sechs Bäche in diesen See münden und auch ihren Ausfluß aus demselben haben: das vorquellende Pech verändert den Lauf der Bäche unaufhörlich.

Baku liefert das reinste natürliche Erdöl, das Naphta; es quillt aus vielen Stellen des sandigen Ufers des Caspisees in so reichlicher Menge hervor, daß man dessen kaum achtet und nur die besten Sorten auffängt als Handelsartikel; in Baku, am Caspischen Meere, brennen diese Erdölquellen seit undenklichen Zeiten und sind unter dem Namen der heiligen Feuer von Baku bekannt. An anderen Stellen dringt es als Gas aus der heißen Erde und wird von unserer prosaischen Zeit zum Ziegelbrennen verbraucht, indeß es früher ein Gegenstand hoher Verehrung, das göttliche Heiligthum der Feueranbeter unter den Persern war.

Ueberall ist der Ursprung nicht zu verkennen. Welche Form dieses bituminöse Oel oder Pech habe, es ist ein Destillat aus bei großem Drucke langsam erhitzten Pflanzenstoffen, und die Braunkohle ist eine Anhäufung solcher Pflanzenstoffe, in denen die Erhitzung noch nicht so weit fortgeschritten war, um das Bitumen ganz zu vertreiben (wie aus dem Anthracit), in denen es also noch und zwar in großer Menge enthalten ist.

Das Alter der Braunkohlen hat auf ihre Beschaffenheit sehr großen Einfluß, viel reicher, steinartiger und stärker gekohlt, also auch freier von dem Erdpech, sind die Braunkohlen aus den untersten Schichten der tertiären Formation (welche keineswegs allein Braunkohlen enthält, sie kommen durch alle Abtheilungen dieser jüngeren Epoche vor), weniger compact und mehr mit Pflanzenresten erkennbar durchsetzt sind die späteren Gebilde; in diesen kommt auch das bituminöse Holz, das heißt Aeste und Stämme aus der Braunkohlenzeit, die in ihre Holzmasse das Bitumen in ungeheurer Masse aufgenommen haben, mitunter massenhaft vor, so daß man auf den Untergang ganzer Wälder schließen muß, welche noch lebend von der angeschwemmten Masse von Pflanzenresten überdeckt und dann mit diesen umgewandelt worden sind.

Wo die Kohle vorzugsweise von Blättern herrührt, hat sie ein dieser Entstehungsart entsprechendes Gefüge und heißt auch Blätterkohle.

Das Destillat, von welchem hier gesprochen, hat nicht allein die oberen Schichten der verkohlbaren Substanz, aus welcher es entstanden, es hat

auch die benachbarten Schichten von Thon und Sand durchdrungen: so findet man bituminösen Thon, bituminösen Mergel und Sandstein, welche mitunter so reich daran sind, daß sie brennen; in manchen Dörfern des mittleren Frankreichs benutzt man solchen Thon, mit Stroh und Dünger der leichteren Entzündlichkeit wegen durchknetet, als Brennmaterial, man formt ziegelsteinartige Stücke daraus und braucht sie wie Torf; solch bituminöser Thon verräth in der Regel darunter liegende Kohlen. Wenn die französischen Bauern etwas gescheidter wären, so würden sie ihr Brennmaterial nicht von der Oberfläche nehmen, sondern beim Graben vielleicht keine 20 Fuß tief Braunkohlen finden. Es dürften übrigens die schätzbaren Stoffe auch an vielen Stellen Deutschlands zu finden sein, wo man sie bis jetzt nur noch nicht aufgesucht hat; das wenigstens ist gewiß, daß, obwohl sie an manchen Punkten thatsächlich fehlen, sie doch allen Schichten der Tertiär-Formation bis zu den jüngsten und obersten zukommen. Es erscheint nämlich in den Braunkohlen ein fossiles Harz, der Bernstein, und derjenige Baum, von welchem der Bernstein kommt, und den man nachträglich „pinus succinifera“ genannt hat (beiläufig ein ganz falscher Name, denn Bernstein hat dieser Baum nie getragen, das Harz, welches ihm entquollen ist, wie der Gummi dem Kirschbaum und das Colophonium der Tanne, war nicht Bernstein, sondern wurde es erst durch die Lagerung im feuchten, viele tausend Jahre dauernden Verschluß), findet sich mit seinen umgewandelten Saftperlen und Brocken in den Braunkohlen, hat also zu ihrer Bildung gehört; übrigens stammt der Bernstein nicht von einer sondern von mehreren Pinusarten. Nun aber findet man den Bernstein im Sande von ganz Norddeutschland in ziemlicher Tiefe, entweder glatt abgerieben als ein Gerölle und Geschiebe, nur eingebettet in den Sand, oder als Retinit, äußerlich sehr zerstört und zersetzt, blasig, den Bernstein gar nicht mehr verrathend, bis man beim Abraspeln dieser unbrauchbaren Hülle endlich auf den Kern, den eigentlichen Bernstein kommt, der an manchen Orten, z. B. in den Seegegenden von Ostpreußen, dem am Meeresstrande gefundenen weit vorgezogen wird, anderer Orten jedoch (vielleicht durch die Erhitzung bei der Umwandlung der Pflanzensubstanz in die Kohle) selbst in seinem Kern nur bernsteinartig, aber weder so fest noch so zähe, noch so schön gefärbt, sondern brüchig, blasig und zum Verarbeiten untauglich bleibt.

Da, wo man nun den Bernstein findet, hat man Grund zu der Vermuthung, daß die Braunkohlen auch nicht weit seien, und es wäre wohl der Mühe werth, daß man dergleichen Versuche anstellte, besonders jetzt, wo die sich rasch vermehrende Bevölkerung den Wäldern immer mehr Terrain entzieht.

Das Vorkommen der Braunkohle beinahe immer in muldenförmigen Vertiefungen deutet darauf hin, daß ihre Substanz zusammengeschwemmt worden ist; der Ablagerungsort war eine natürliche Senkung des Bodens, welche die Gewässer wiederholt überflutheten, und in der sie die mitgeführten Substanzen absetzten. Es waren wohl immer Süßwasserströme, nicht Meeresfluthen, welche die Pflanzenreste in so ungeheuren Massen häuften, dieses sieht man an den wenigen thierischen Ueberbleibseln, namentlich Muschelschalen, welche sie enthalten; es sind immer solche, die den zum Theil noch lebenden oder verwandten Gattungen unserer Bäche und Seen entsprechen, nirgends aber findet man Spuren von Meeresthieren.

Merkwürdig und als eine Besonderheit der Braunkohlen erscheint auf den ersten Blick ihre große Verschiedenheit unter einander. Jede damit angefüllte Mulde zeigt eine andere Beschaffenheit. Da die ganze Braunkohlen-Formation aber die jüngste ist, so dürfte es daran liegen, daß die Verschiedenheit ihres Alters an ihr selbst bemerkbar wird, was bei den Steinkohlen wohl weniger der Fall sein möchte. Es ist hier wie im menschlichen Leben. Bei einem Manne von 50 Jahren macht ein Jahr keinen großen Unterschied, Niemand sieht im das Mehr oder Weniger an; ein Kind von einem Jahre wird durch ein zweites Jahr doppelt so alt, als es ist, und Niemand wird zweifelhaft sein. Rückt das Alter der Steinkohlen in viele Millionen Jahre hinein, so machen ein paar Tausend auf oder ab sehr wenig aus; ganz anders ist es mit den Braunkohlen, deren Alter selbst nur nach Jahrtausenden, nicht nach Millionen gezählt werden muß. Nächstdem wird bei so neuen Formationen ein großer Unterschied bemerkbar werden, je nachdem ihre Bildungsdauer selbst, die Zeit, welche darauf verwendet, länger oder kürzer ist. Die Kohle wird sich in großen Massen zeigen, wenn z. B. ein weitgestrecktes Fluß- oder Seegebiet bei einem Durchbruche seiner Ufer ein darunter liegendes Thal, eine Mulde mit den Bäumen und Pflanzen, die der stürmende Fluß auf seinem Wege fand, anfüllte, ganz und vollständig; hingegen wird die Kohle sich in mehr oder minder dicken Schichten über einander liegend und mit Sand und Thongesteinen abwechselnd zeigen, wenn die Anschwemmungen nicht auf einmal, sondern in fern von einander liegenden Perioden stattfanden, und sich vor jeder neuen Vermehrung der Pflanzenreste auch noch Sedimente bildeten, vielleicht die Mulde selbst zu einem See wurde, der, über den Kohlen stehend, auf diese seinen mitgeführten Sand und Thon niederließ. Ging ferner die Umwandlung der zusammengeschwemmten Pflanzen schnell von Statten, so mußte man wohl an vielen Stellen noch die Holztextur, so mußte man Blätter, Zweige und Früchte erkennen können; war dagegen von der Zusammenschwemmung der Pflanzen bis zu ihrer trockenen

Destillation ein bedeutender Zeitraum vergangen, so mußte begreiflicherweise eine Zersetzung der Pflanzen vor sich gehen, die wieder mehr oder weniger vollständig war, je nachdem die Umstände günstig, Feuchtigkeit, Wärme, Trockenheit und wieder Nässe ꝛc. mit einander abwechselten. Alsdann findet man in der Braunkohle auch keine Stämme und Wurzeln mehr, und daß ein solcher Vorgang ganz leicht stattgehabt haben könne, sehen wir an jedem alten Holzkeller. Ist ein solcher nur seit einem halben Jahrhundert ausschließlich zur Aufbewahrung des Holzes gebraucht, und ist er nicht trocken wie der berühmte Bleikeller in Bremen, so wird man in demselben auf einer weichen Substanz von dunkelbrauner Farbe wandeln, oben wie gewöhnlich mit den Spänen der letzten Holzfuhre bedeckt, unten, einen Fuß tief, wird man eine Substanz finden, welche der erdigen Braunkohle gleicht wie ein Ei dem andern und sich nur dadurch von ihr unterscheidet, daß die Bitumenbildung noch nicht stattgefunden, weil die Ursache der Entwickelung derselben, die Temperaturerhöhung, gefehlt hat.

Die Laubhölzer, welche in der Braunkohlen-Formation vorwalten, beweisen eine bedeutend höhere Entwickelungsstufe, als die Pflanzen früherer Formationen zeigen. Es erscheinen zwar noch Nadelhölzer in vielen Species, aber häufiger treten die Blattpflanzen auf: Buchen, Weiden, Erlen, Pappeln, Haselnüsse, Wallnüsse, Ahorn- und Tulpenbäume, die letzteren sehr leicht kenntlich ihres eigenthümlichen Blattes wegen, welches dem Ahornblatt ähnlich, aber insofern auf den ersten Blick zu unterscheiden, als ihm (dem Blatt des Tulpenbaumes) die mittelste, vorragende Spitze fehlt, wodurch es eine länglich viereckige, in der Pflanzenwelt ganz abnorme Gestalt erhält.

Wenn, wie bereits bemerkt, diese Pflanzen auf ein Klima schließen lassen, das unserm jetzigen entsprechend und von Jahreszeiten abhängig ist, so ist doch nicht zu verkennen, daß es wärmer oder daß die Temperatur gleichmäßiger vertheilt gewesen sein müsse; denn man findet in den Braunkohlen des mittleren Frankreichs, in der Auvergne, Myrthen, Lorbeeren, Baumwollenstauden, kleine Fächerpalmen, sogar einige Cacteen neben unseren ganz gewöhnlichen Brombeeren, Pechnelken und anderen ähnlichen Pflanzen.

Chamaerops humilis, die kleine Fächerpalme, wächst zwar am Gestade des Mittelmeers, und Opuntia ficus indica (eine Cactusart) blüht und trägt eßbare Früchte um Neapel und Sicilien, das sind aber auch Länder, welche wirklich eine nahe an die tropische grenzende Temperatur haben. Dennoch scheint der Schluß, so müsse es früher, d. h. zur Braunkohlenperiode, auch in Böhmen und dem mittleren Frankreich gewesen sein, voreilig; denn in Irland, woselbst keine Reinette reift, dauern doch Myrthe und Lorbeer ohne Schutz im Freien aus und grünen sehr üppig (Zimmermann's Erdball, erster Band). Wenn wir nun die Eigenschaften

einer um Vieles höheren, dichteren und mit Wasserdämpfen übersättigten Atmosphäre — wie sie damals gewesen sein muß — in Betracht ziehen, so ist es ohne Annahme eines tropischen oder wenigstens eines beinahe, eines halb tropischen Klimas erklärlich, wie in einem Lande, welches, wenn auch keine Aequatorial-Sonne, doch auch keinen Frost kennt, wie in einem Lande, welches eine auf die verschiedenen Jahreszeiten viel gleichmäßiger vertheilte Temperatur hat (wie dieses mit Irland und einem Theile von England der Fall auch noch heutigen Tages ist), so ungleichartige und in der Gegenwart ein so verschiedenes Klima fordernde Pflanzen neben einander fortkommen konnten; daß sie geblüht und Früchte zur Reife gebracht, was erst ihre vollkommene Entwickelung beweisen würde, hat noch Niemand zu behaupten versucht.

Die bisherigen Mittheilungen führen zu der Annahme, daß die Vegetation von da an, wo sie mit Kraft auftritt, durch eine bedeutende Temperatur, große Feuchtigkeit und hinlängliche Menge von Kohlenstoff genährt, und daß nach und nach diese Bedingungen so modificirt worden seien, daß die Ernährung der Pflanzen nicht mehr mit solcher Ueppigkeit stattgefunden als zu Anfang, daher die Masse der Vegetabilien sich in späteren Perioden nicht mehr so enorm gehäuft. Die Pflanzen bestehen vorzugsweise aus Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers, Sauerstoff und Wasserstoff, sie nehmen jene Substanzen durch Wurzeln und Blätter auf, durch die ersteren als kohlensäurehaltiges Wasser, durch die Blätter als kohlensäurehaltige Luft; wird die Aufnahme durch eine angemessene Temperatur begünstigt, so entsteht daraus der gewaltige Entwickelungsgang, den wir noch jetzt an den tropischen Pflanzen bewundern, wo der Keim einer Pisangpflanze binnen 6 Monaten einen 40 Fuß hohen Grasstengel (ganz wie der Stengel des türkischen Weizens) mit 8 bis 10 Blättern von 2 Fuß Breite und 10 bis 12 Fuß Länge — natürlich sind bis zur Entwickelung in der gedachten Größe schon hundert ähnliche Blätter dagewesen und verwelkt, ihre Stiele vereinigen sich zum Stamm, wie beim Mais — hervorbringt und zwei Fruchttrauben reift, davon jede gerade hinlänglich ist, um einen mit zwei Ochsen bespannten Karren vollständig zu beladen, und wo, wenn nach Erfüllung seines Zweckes, nach Ausbildung dieser Früchte, der Stamm abstirbt, schon sechs oder acht neue, 10, 15 Fuß hohe Keime vorhanden sind, um neue Bäume von Grasstengeln zu bilden.

Die Thiere der Vorwelt.

Je reicher an Kohlensäure die Atmosphäre ist, desto stärker pflegt die Blattentwickelung zu sein, weshalb in Sümpfen, die zugleich warm sind, die lebhafteste Vegetation stattfindet, wie in den Swams des südlichen Theiles von Nordamerika, wie in dem Orinoco-Delta, und desto reichlicher die Humusbildung aus absterbenden Pflanzen, desto schädlicher aber ist auch solche Luft für den thierischen Organismus. Dieser fordert vorzugsweise den Sauerstoff, und wenn er Kohlensäure athmet wie die Blätter der Pflanzen, so ist es ihm nicht Nahrung, sondern Gift. Ein Anderes ist es mit der Kohlensäure an Wasser gebunden; hier wird sie nicht geathmet, sondern durch den Magen aufgenommen und verbraucht. Wenn es nun Thiere giebt, die nicht Lungen haben, oder deren Lungen nur sehr unvollkommen entwickelt sind, so werden sie auch in einer mit Kohlensäure übersättigten Atmosphäre leben können, und dergleichen giebt es; nach Humboldt's Versuchen ist es unzweifelhaft, daß mehrere Amphibien, Alligatoren, Schlangen und ähnliche Thiere lange Zeit in einer, für den Menschen sofort tödlichen Atmosphäre leben können. Derselbe hat nämlich sowohl junge als ältere Exemplare der gedachten zweilebigen Thiere in große Glasgefäße gesetzt, welche zu diesem Behufe räumlich genug eingerichtet und so beschaffen waren, daß man sie nach Belieben mit verschiedenen Gasarten füllen konnte. Die Versuche wurden auf die belehrendste Weise ausgedehnt, und durch dieselben ist mit Sicherheit nachgewiesen worden, daß viele verschiedene Eidechsenarten, und unter diesen die Krokodile obenan stehend, sowohl in Kohlensäure als in Wasserstoffgas, als in Stickstoffgas leben können, während warmblütige Thiere darin sofort sterben, wie im Kohlensäuregas, oder langsam nach mehreren Athemzügen einschlafen und sterben, wie namentlich im Wasserstoffgas.

Das Leben auf der Erde wird mit den Pflanzen anfangen müssen, denn sie sind die einfachsten Organismen; das Pflanzenleben wird die Erde zum Thierleben vorbereiten müssen, indem es zuerst und vor allen Dingen Nahrung für das Thierreich schafft, dann aber gleichzeitig die Luft von dem darin verbreiteten für die Thiere zur Athmung untauglichen Gase, der Kohlensäure, reinigt. Der natürliche Entwickelungsgang für das Thierreich wird also derjenige sein, welcher solcher Anordnung angemessen ist; die ersten Thiere müssen solche gewesen sein, die im Wasser und zwar im Meerwasser lebten, da es noch kein anderes Wasser gab. Da wir kein Thier kennen, das anorganische Substanzen verzehrt, so müssen diese ersten Thiere pflanzenfressende gewesen sein. Obschon in den ältesten

Schichten der Sedimente, welche uns Spuren von Thieren aufbewahrt haben, bereits das gesammte Thierreich, freilich nur in den niedrigsten Formen, vertreten ist, so würde es doch nicht naturgemäß sein anzunehmen, daß auch alle jene Repräsentanten der Thierstämme gleichzeitig aufgetreten seien, um so weniger, als höhere Formen durchaus fehlen, als wir in jenen ältesten Archiven der Vorwelt kein einziges Geschöpf höherer Ordnung, keine wahren Fische, kein Landthier und keinen Vogel finden. Und wie wir demnach diese uns durch allmähliche Entwickelung aus einfachen Stammformen hervorgehend denken, so werden wir auch für jene niedrigsten Repräsentanten der Haupttypen des Thierreichs noch einfachere Urformen anzunehmen haben, auf welche uns nur die individuelle Entwickelung der jetzt lebenden Thiere, das Studium der vergleichenden Anatomie und Morphologie einen Schluß zu ziehen gestattet, da sie wahrscheinlich in Folge ihres vermuthlich nur aus weichen Theilen bestehenden Körpers keine Spuren ihres Daseins in den steinernen Büchern der Erdschichten zurückgelassen haben.

Das erste Leben, welches auf Erden sich regte, war höchstwahrscheinlich von winziger Kleinheit, so daß es dem unbewaffneten Auge eines menschlichen Beobachters verborgen geblieben wäre; ein Leben, welches sich bis in die Gegenwart, wie es scheint, unvermindert erhalten hat. Erst das Mikroskop hat uns diese allerkleinsten Geschöpfe von einer wunderbaren Mannichfaltigkeit der Form, von einer Lebenskraft und Widerstandsfähigkeit, die in das höchste Erstaunen setzt, offenbart. Man faßte diese kleinen Geschöpfe früher unter dem allgemeinen Namen Infusorien zusammen, trennt aber jetzt mit Recht die eigentlichen Infusorien oder Aufgußthierchen von anderen mikroskopischen Wesen, welche, wie wir früher bemerkt haben, eine neutrale Stellung zwischen dem Pflanzen- und Thierreiche einnehmen und Protisten oder Urwesen genannt werden. Die formenreichste und zahlreichste Gruppe dieser Wesen bilden die Wurzelfüßer oder Rhizopoden, Foraminiferen und Thalamophoren, welche man auch ihrer stärkeren Annäherung an das Thierreich wegen Protozoen nennt. Da wir diesen um ihrer geologischen Bedeutung willen später eine nähere Betrachtung widmen werden, so lassen wir hier nur einige allgemeine Bemerkungen über jene kleine Welt folgen.

Das Mikroskop hat uns über diese merkwürdige Aufschlüsse gegeben. Das Sonnen- oder Gasmikroskop aber hat auch noch über die Temperatur, welche diese Geschöpfe zu ertragen vermögen, Belehrungen ertheilt, von denen man früher nichts geahnt hat. Wer die zwischen zwei Glasplatten in einem zusammengedrückten Tropfen Wasser befindlichen Thiere im Brennraum eines Sonnenmikroskops mit der größten Lebhaftigkeit

umherfahren, spielen, sich verfolgen, ergreifen, verzehren sieht und die Temperaturen kennt, welche durch diese Instrumente erzeugt werden, begreift die Möglichkeit, begreift das was er sieht, gar nicht. Allerdings sterben die kleinen Thiere während des Experiments; doch erst, wenn das Wasser, worin sie leben, kochend ist, aber bei 50, ja 60 Grad des Réaumur'schen Thermometers können sie Stunden lang leben, wiewohl es scheint, daß die ungeheure Lichtmasse, welche auf sie eindringt, doch ihrem Dasein nicht eben förderlich ist. Jedenfalls aber lernen wir aus diesem Experiment, daß eine Temperatur von 60 Grad R. nicht zu hoch für diese Geschöpfe ist, und daß, so lange der Eiweißstoff, aus welchem sie zum großen Theil bestehen, nicht geronnen ist, sie leben können.

Die ersten Thierchen bestanden wohl aus runden oder sternförmig gestalteten Zellen; sie bedürfen einer Oeffnung, um Nahrung zu sich zu nehmen. Diese ist immer vorhanden; sie bedürfen einer Oeffnung, um das Ueberflüssige, das nicht Nährende wieder von sich zu geben, diese ist auch da; es ist nämlich dieselbe, durch welche sie die Speise zu sich genommen haben: Mund und After sind eins. Sie bedürfen keiner Organe, um sich fortzupflanzen, um ihre Gattung zu vermehren: dies geschieht, indem sie sich theilen, indem im Innern des Thieres schon fünf, sechs oder mehr kleinere gleicher Art enthalten sind, welche wiederum bereits andere in sich schließen. Das Mutterthier spaltet sich, platzt, und die Jungen, welche alle schon wieder Mütter sind, rollen aus der sie umgebenden Hülle heraus, beginnen ein selbstständiges Leben und führen dasselbe lustig spielend in ihrem beschränkten Element und darin mit großer Schnelligkeit weite Reisen machend, welche ihre Körperlänge millionenmal übertreffen (etwas, was der Mensch in der Regel nicht von sich sagen kann), bis auch sie die Früchte, welche sie bergen, zur Reife gebracht haben, platzen und einer neuen Generation Raum geben.

Diese wunderbaren Thierchen haben unendlich verschiedene, mitunter höchst groteske Gestalten, sie haben Schaufelräder an den Mundöffnungen, mit denen sie Wirbel im Wasser erregen, wodurch sie ihrem Munde Nahrung zuführen. Die scheinbaren Räder bestehen aus rings um zwei kleine Warzen regelmäßig geordneten, beinahe viereckigen Hautlappen; diese Lappen werden einer nach dem andern in entgegengesetzter Richtung bewegt, es geschieht dies mit außerordentlicher Schnelligkeit und bringt auf das Auge den Eindruck hervor, als ob zwei unterschlägige Wasserräder, die ganz nahe an einander stehen, sich gleichzeitig nach entgegengesetzter Richtung drehen; das zwischen diesen Rädern befindliche Wasser unter dem Mikroskop nimmt an der Täuschung des Auges über dem Mikroskop Theil, denn es stürzt sich in einem trichterförmigen Strom zwischen die Räder

hinein, führt, was es enthält, vor der Mundöffnung des Thieres vorbei und geht auf der andern Seite, wo die Räder das Wasser wieder auseinander werfen, hinaus. Es hilft nichts, daß man zu seinem Auge sagt: täusche dich nicht, hier wird kein Rad gedreht, die einzelnen Wimpern an den Rädern der Warze bewegen sich hin und her — man sieht den Effect und glaubt sich selbst die erhaltene Belehrung nicht. Die in Folge dieses Räderorgans Räderthierchen genannten Geschöpfe rechnete Ehrenberg zu den Infusorien, sie gehören aber dem Reiche der Würmer an.

Andere Thiere haben gräuliche, zangenartige Werkzeuge und viele andere gefährliche Mordinstrumente, mittelst deren sie ihre Beute erfassen, zerstückeln, zermalmen oder ganz zum Verschlingen bringen; die höheren Sinne, Auge und Ohr, scheinen sie nicht zu haben, auch der Geruch, der an die Luft als vermittelndes Element geknüpft ist, muß ihnen fehlen: dagegen ist das Gefühl so fein ausgebildet, daß sie vielleicht dadurch besser als durch Auge und Ohr von der nahenden Gefahr unterrichtet werden. Man sieht diese kleinen Thiere mit einer wunderbaren Schnelligkeit vorwärts schießen, sie begegnen auf die Entfernung der sechsfachen Körperlänge einem anderen, größeren Ungeheuer, das sie verschlingen würde; sowie sie, einem Pfeile gleich, auf dasselbe zugeflogen sind, so schießen sie, ohne sich umzukehren, mit gleicher Schnelle zurück. Ihre Bewegung geschieht, wie die der Schlangen, durch Verschieben der Ringe, welche ihren Leib umgeben, wie die des Regenwurmes, oder durch abwechselnde Verlängerung und Verkürzung; allein sie geschieht mit einer so unglaublichen Geschwindigkeit, daß aus diesen wurmförmigen Bewegungen oder aus diesen Zuckungen ein Fortschießen in gerader oder gekrümmter Linie (die beliebige Richtung haben diese Thiere ganz in ihrer Gewalt) hervorgeht. Manche von denselben haben Panzer, welche sie dicht umhüllen, aus Ringen zusammengesetzt oder aus größeren Schalen bestehend, wie bei den Krebsen. Sie sind in dem Haushalt der Natur von größter Wichtigkeit, denn sie gestalten zum Theil die Oberfläche der Erde nach ihren Eigenschaften um, sie bilden große Lager einer feinen Kieselerde oder harten Feuersteins; das sind die *Kieselpanzer* dieser Geschöpfe, deren Hunderte von Millionen auf einen Kubikzoll gehen; sie bilden weit gedehnte, mächtige Lager eines locker gefügten kohlensauren Kalkes, der Kreide: das sind die *kalkigen* Schalen ebenso kleiner Muscheln und Schnecken, wie jene Kieselpanzer, in den Mergelschichten der Kreide des Mittelmeeres oder in den Feuersteinen der Kreide der Ostsee.

Diese kleinen wunderbaren Thiere werden *unregelmäßige* genannt, weil ihre Formen sich in kein System irgend einer Art bringen lassen;

sie sind kugelförmig, eckig, walzenförmig, halbrund, kurz, wie der Name sehr wohl bezeichnet, unregelmäßig; sie bilden die niedrigste Stufe der thierischen Organismen.

Diesen gegenüber erscheinen die nächst höheren Thiere, welche einen selbstständigen Stamm im Thierreiche bilden, als regelmäßige, die Pflanzenthiere oder Coelenteraten, zu denen die Schwämme, Polypen, Korallen und Medusen gehören.

Die Polypen sind höchst wunderbare Geschöpfe und für den Bau der Erde ebenso wie die Schwämme und Korallen von einer früher kaum geahnten Wichtigkeit, so klein sie auch sind. (Allerdings viel größer als die Kalk- oder Kieselthierchen, deren Schalen und Panzer man zu Bergen gehäuft findet, doch immer nur von der Größe eines Stecknadelknopfes, und das kaum). Der Körper eines Polypen ist im Allgemeinen ein hohler Cylinder mit einer Schnürung oben und mit einem Fuße unten. Er ist der Länge nach durchbohrt, hat oben den Mund von sechs, acht, zwölf Armen umgeben, hat in der Mitte des oberen Theiles die Magenhöhle und einen Kanal, welcher durch den Fuß hindurch geht. Der Stiel, der Fuß sitzt entweder für immer fest, dann ist das Thier unbeweglich, d. h, es kann seine Stelle nicht verlassen, oder der Fuß kann sich beliebig anheften oder nicht. Die Polypen leben nur selten als Einzelwesen, meist in festsitzenden Colonien, Stöcken; die Hydromedusen oder Schirmquallen bilden meist schwimmende Colonien, doch giebt es auch unter ihnen festsitzende. Von den Schwämmen unterscheiden sie sich namentlich durch den Besitz sogenannter Nesselorgane, kleiner mit ätzender Flüssigkeit gefüllten Bläschen, durch welche die gefangenen Thiere getödtet und so zum Schmause bereitet werden. Schon manchem in der See Badenden haben sich die Nesselorgane der Quallen in unangenehmer Weise durch ein brennendes Gefühl, das sie auf der Haut erregen, bemerkbar gemacht.

Durch die Arme führen diese kleinen Thiere sich ihre Nahrung zu, welche wieder aus anderen, noch kleineren Thieren besteht; sie sind alle Wasserbewohner, und sie haben die Fähigkeit, aus dem Element, worin sie leben, aus dem Wasser, den kohlensauren Kalk, in welch geringer Menge er auch darin vorhanden sei, auszuscheiden. Nach der Zahl ihrer Arme theilen sie ihren Wohnsitz in Zellen; haben sie keine Arme (man nennt diese in der Kunstsprache Tentakeln), so ist ihre Zelle halbrund, haben sie zwölf Arme, so hat die Zelle zwölf sternförmig sehr deutlich durch scharfkantige Radien getheilte Zellen.

Diese Thiere vermehren sich zwar durch Eier, wodurch sich allein neue Individuen bilden, allein sie vermehren sich auch durch Ableger und Knospen, wodurch sich die Familie vergrößert.

Das Thier hat ungefähr die Form einer Birne, auf deren Krone die Arme sitzen, welche die Beute fangen; auf der folgenden Abbildung sieht man die sternförmige zellige Höhle, welche der Fuß einnimmt, und worin sich das ganze Thier, sich zusammenziehend, verbergen kann. Der Korallenstock giebt eine Andeutung, wie das Thier sich eine Unterlage baut, sich erhebt und sich dann in zwei, in vier und mehr Arme theilt, und so fort, bis daraus ganze Bäume entstehen, wie wir sie in den Naturalien-Cabinetten sehen, oder ganze Berge, Inseln und Inselgruppen, Archipele, Inselwelttheile, wie wir sie in der Südsee in großer Ausdehnung bemerken, und wie sie in der Vorzeit der Erde über die ganze Fläche derselben vertheilt gewesen sein müssen; denn wir finden die Kalkgerüste und Bauten der Korallenthierchen in den Gebirgen der Erde in ungeheuren Massen, und zwar nicht blos in der Nähe der Tropen, woselbst sie gegenwärtig vorzugsweise wohnen, sondern überall, wo die Jura-Formation vorkommt. Auch mit ihnen werden wir uns später näher beschäftigen.

Korallenzweig.

Die höchstentwickelten Thiere dieses Stammes sind die Medusen oder Quallen; sie sind für den Bau der Erdoberfläche von geringer Wichtigkeit, sie haben zu ihrer Rinde nichts hergegeben, doch ist es von Bedeutung, sie als diejenigen Thiere zu kennen, welche einen bedeutenden Schritt vorwärts thun, indem sie neben einer Organisation, welche viel höher steht als die der übrigen Gruppen dieses Thierstammes, noch eine Eigenschaft haben, welche den ihnen unmittelbar vorangehenden, den Polypen, meist fehlt, nämlich die der freien und willkürlichen Bewegung.

Von den ganz weichen Thieren dieser großen, zahlreichen Klasse haben uns die Archive der Vorwelt nichts aufbewahrt. Ihr nur aus Gallert bestehender Körper war nicht geeignet, Eindrücke in dem sie umlagernden

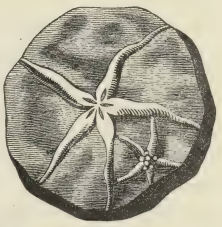
Sande zu hinterlassen; die jetzt lebenden Arten aber werden wahrscheinlich den ausgestorbenen entsprechen, und dann haben wir uns unter ihren Vorfahren und Stammesgenossen Polypen mit vielen paarigen Armen, nur ohne Fuß, vorzustellen; jeder Arm sieht aus wie ein Baum im verkleinerten Maßstabe: er hat einen Stamm, sehr viele Aeste und Zweige und an jedem Zweigende ein Organ, mittelst dessen die Beute gefangen, in den mitten zwischen allen acht, zwölf oder mehr Armen liegenden Mund gebracht, oder nur durch die Fangorgane ausgesogen, seines Saftes beraubt wird. Die Thiere haben sehr verschiedene Größen, von derjenigen, vermöge deren sie ganz gleich den Korallenpolypen sind, bis zu einem Durchmesser von mehreren Fußen, wenn man ihre Arme ausstreckt. Ihre Fortbewegung geschieht dadurch, daß sie Wasser langsam einziehen und schnell ausstoßen, also durch die rückwirkende Kraft des Stoßenden auf den gestoßenen Körper, etwa wie bei dem Segner'schen Wasserrade oder der Turbine, oder dadurch, daß sie ihren Körper schnell nacheinander zusammenziehen und ausdehnen, wodurch sie sich (ganz gleich den kleinsten Infusionsthierchen) schnell fortbewegen, und zwar nach jeder ihnen beliebigen Richtung.

Wenn bei den Polypen die Becherform für den Körper vorherrscht, so ist es bei den Strahlthieren die Linsenform; allein der größte bei der Linse kreisförmige Umfang ist so nicht, sondern vieleckig gestaltet, und wenn er sich auch, oberflächlich betrachtet, der Kreisform nähert, so zeigt genaueres Besehen doch immer die Theilung durch Radien, und die Anzahl dieser Radien ist wieder stets vier oder fünf oder ein Multiplum dieser beiden Zahlen. Früher, nach der Eintheilung des Thierreiches durch Bär und Cuvier, wurden die Pflanzenthiere unter dem gemeinsamen Namen Strahlthiere oder Radiata zusammengefaßt mit einem Thierkreise, welcher nun auf Grund der Forschungen von Leuckart, der die Verschiedenheit der Organisation nachwies, in der wissenschaftlichen Systematik von jenen abgetrennt ist und den Namen der Sternthiere (Echinodermata oder Stachelhäuter) führt, und zu denen die Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken gehören.

Ihre Ahnen waren höchstwahrscheinlich wurmartige Thiere, wie wir denn überhaupt die Seegewürme zu dem ältesten eigentlich animalischen Leben zu zählen haben. Freilich konnten diese Urwürmer in Folge der Beschaffenheit ihres Leibes keine bedeutenden Spuren ihres uralten Daseins in Form von Versteinerungen hinterlassen, aber die individuelle Lebensentwickelung der Sternthiere, die Ontogenie, gestattet einen Schluß auf die Stammesentwickelung, die Phylogenie, und läßt kaum einem Zweifel über ihre nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zum Wurmtypus Raum. Denn viele von ihnen durchlaufen in ihrer embryonalen Ent-

wickelung die Jugendzustände niederer Würmer, und wie könnten wir uns dies anders und befriedigender erklären als durch die Annahme einer Stammesverwandtschaft? Uebrigens sind vor etwa zwölf Jahren Versteinerungen von Gliedwürmern gefunden worden, welche nach Häckel den vorausgesetzten Stammformen entsprechen.

Die Sternthiere unterscheiden sich von allen anderen Thieren zunächst durch ihren eigenthümlichen Bewegungsapparat. Er besteht aus sehr zahlreichen hohlen Saugnäpfen oder Füßchen, welche strahlenförmig vom Munde auslaufen, und in welche vermittelst eines Röhrensystems Seewasser hineingepreßt wird. Die Füßchen werden dadurch ausgedehnt und nun zum Gehen oder Ansaugen benutzt. Ferner haben sie die Fähigkeit, ihre Haut zu verkalken und sich so ein Gerüst, eine Art Skelet zu bauen, indem sie entweder zerstreute Kalkstückchen unter der Haut ablagern oder sie zu kleinen beweglichen Platten in strahliger Anordnung verbinden und so mit einem wirklichen Panzer sich umgeben. Im übrigen sind sie noch sehr unvollkommene Thiere, denn es fehlen ihnen mehrere Sinne; allein sie haben doch schon deutliche Gliedmaßen, ihr Körper ist eine fünf- oder mehrseitige breitgedrückte Hülle mit einer Oeffnung auf einer der breiten Seiten; um die Oeffnung her sitzen die Glieder, gewöhnlich dreieckig gestaltet und mit einer ihrer Seiten an eine der fünf Seiten des Hauptkörpers angeheftet, so daß daraus ein fünfseitiger Stern entsteht.



Seestern.

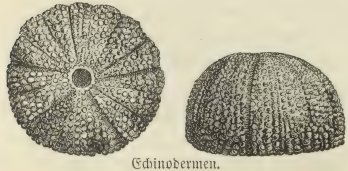
Die nebenstehende Figur liefert uns das Abbild eines Seesternes (Asterias), welcher, im Muschelkalk gefunden, die Anordnung der Arme um den Körper her deutlich zeigt. Noch jetzt bevölkern sie die Meere, wenn schon in anderen Arten; die hier gegebene heißt Pentagonaster regularis (regelmäßiger Fünfstrahlenstern) und kann füglich als ein Repräsentant für alle Thiere derselben Klasse gelten.

Hier erkennen wir schon Muskeln, zuerst ringförmige um den Mund und den After, Muskeln, welche gleich den Zugbändern eines Tabakbeutels wirken, Schnürmuskeln; sie dienen vorzugsweise zum Oeffnen und Schließen des Mundes. An diese reihen sich solche, die nach den Gliedern gehen. Da eine Muskelbewegung ohne Nerven nicht denkbar ist (wiewohl man lange geglaubt hat, das Herz der höheren Thiere habe keine Nerven, weil sie sehr fein sind und sich dadurch der Beobachtung entzogen), indem durch die Nerven erst der Wille des Thieres den Muskeln überbracht wird, ferner aber die Muskelbewegung, welche durch Reiz von außen hervor-

gebracht wird, Contractilität und damit Zusammenhängendes, nur eine Function der Nerven ist (so viel wir bis jetzt wissen), so ist es nothwendig, daß diese Thiere, welche eine durch ihren Willen sowohl als durch Reiz hervorgebrachte Beweglichkeit besitzen, auch Nerven haben, und sie sind nicht nur bei denselben gemuthmaßt, sie sind auch factisch nachgewiesen. Ein Gehirn, als Ursprung der Nerven, ist zwar nicht vorhanden, allein wohl ein Centralorgan, eine Art Ganglium. Es legt sich nämlich um die Oeffnung, welche als Schlund dient, ein Nervengeflecht, welches deutliche Strahlen nach allen Extremitäten sendet und dadurch bei denjenigen Individuen, welche keine eigentlich vorspringenden Theile haben, doch ganz deutlich anzeigt, wie vieltheilig der Körper ist oder der Stern sein würde, wenn das Thier bis zum Stern ausgebildet wäre.

Echinodermen.

Die nebenstehenden Abbildungen zeigen diese Anordnung der Nerven und Muskeln sehr deutlich. Die erste der Figuren giebt eine Ansicht der Species Nucleolites, welche einen fünftheiligen eiförmigen Körper hat, von dessen Mundöffnung sich die fünf Nervenstränge mit der zugehörigen Muskulatur regelmäßig ausbreiten, und welche schon einen Uebergang von dem regulären zu dem symmetrischen System bildet, indem die zweite Oeffnung zur Aussonderung der unbrauchbaren Stoffe seitlich befindlich und ein gebogener Speise- und Darmkanal vorhanden ist. Die zweite Figur stellt die Seitenansicht von Diademe seriale dar, bei welcher man die Theilung in zwanzig Schilderreihen (auf der Hälfte zehn sichtbar) deutlich verfolgen kann, und unter deren jeder ein Muskelstrang und ein ihn durchdringender Nervenstrang vorhanden ist. Diese zur Klasse der Seeigel (Echinida) gehörigen Stachelhäuter sind schon zu den besser und höher organisirten Thieren, ja zu den höchstentwickelten dieses Thierkreises zu zählen; sie haben einen weichen, gallertartigen, doch muskulösen Körper und sind mit einer Kalkhaut bedeckt, welche aus sehr vielen Schildchen zusammengesetzt und mit Stacheln bewehrt ist, deren Stelle, da sie meistens abgebrochen sind, man in der Zeichnung deutlich erkennen kann; sie leben beinahe noch jetzt in allen Meeren, und es finden sich ihre Schalen in den Naturalien-Cabinetten in Menge vor. Ihre Schalen sind



Echinodermen.

deshalb so wohl erhalten, weil sie meist aus Reihen von Platten zusammengefügt sind.

Die Grundform der Körper ist ähnlich der einer sorgsam abgezogenen Apfelsine (siehe die vorstehende Figur), und kugelähnlich, aber doch regelmäßig aus vielen Theilen zusammengesetzt, welche zeigen, daß das kugelige Thier keineswegs eine Kugel ist. Auf den Erhöhungen der Rücken, welche die Kugel zusammensetzen, sind eine Menge Warzen befindlich, worauf Stacheln stehen, daher eben der Name Stachelhäuter oder Echinodermata, was ganz dasselbe sagt. Wo die Rundungen am stärksten vorspringen, sind die Stacheln von Kalkmasse auch am größten und am stärksten, da, wo die Abschnitte zusammenstoßen, um bei der Orange den Stiel aufzunehmen, befindet sich die große und ziemlich bewegliche dehnbare Mundöffnung, auf der entgegengesetzten Seite befindet sich keine zweite Oeffnung, sondern der Rücken. Die Thiere sind entweder beweglich, dann haben sie den Mund unten, oder sie sitzen mit dem Rücken fest, dann haben sie den Mund oben; allein in diesem Falle sind die Abschnitte der oberen Hälfte beweglich, und sie werden zu Armen, welche die Beute haschen.

Stachelhäuter.

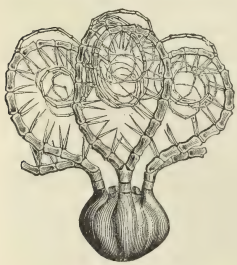
Von diesen Geschöpfen haben uns die Sedimentschichten des Meeres, wie gesagt, unzählige Exemplare aufbewahrt. Von den Haarsternen (Crinoiden) oder Seelilien, welche selten vollständig und, da sie sehr zerbrechlich sind, wenigstens niemals mit ihrem ganzen Stiel vorkommen, geben die umstehenden Figuren eine Ansicht. Die flachen Sternchen sind die einzelnen Glieder, aus denen der Stiel besteht, und die sich mitunter sehr häufen, so daß dieses wunderbare Geschöpf, eine steinerne Tulpe, die Höhe von mehreren Klaftern haben muß. Am deutlichsten lernen wir vielleicht die Gestalt des zahlreichen Geschlechts der eigentlichen Seelilien oder Meerlilien (Encriniden) an den Beispielen der folgenden Seite kennen.

In der Figur Seite 159 sehen wir eine Seelilie abgebildet (Apiocrinus Royssianus), welche zu den schönsten ihrer Art gehört, und daneben den Kopf einer anderen, größeren, doch bei weitem nicht in der Ausdehnung, welche das Thier öfter erreicht. Auf einem hohen Stiele, ganz aus flachen Scheiben von Kalk mit dazwischen liegenden Knorpeln aufgebaut, wie die Rückwirbelsäule eines Vierfüßlers, saß das eigentliche Thier, dessen wunderbarer Bau ihm den Namen Seelilie gegeben hat, durch diese Säule, welche mit zu ihm gehört, und ohne welche es nicht mehr vollständig, vielleicht nicht mehr lebensfähig wäre, auf dem felsigen Boden fest; das Thier konnte somit seinen Platz nicht verlassen und mußte darauf eingerichtet sein, von diesem seinem Standpunkte aus die Beute zu haschen.

Auf dem klafterlangen, nach oben zu sich verjüngenden Stiele, der, obschon aus Kalkstein bestehend, doch sehr biegsam war, indem er einen oder mehrere lederartig feste Kanäle enthielt, welche durch die ganze Länge des Stengels gingen, saß der Kelch der thierischen Blume, der sich vollständig wie der Kelch einer entwickelten schönen Pflanze gestaltete (wie dies in der nebenstehenden Figur der folgenden Seite dargestellt ist); daran saßen die Blumenblätter, Arme eines gefräßigen Polypen.

Encrinus liliiformis. Darunter ein einzelnes Stielglied von der Gelenkfläche aus.

Pentnacrius fasciculosus.



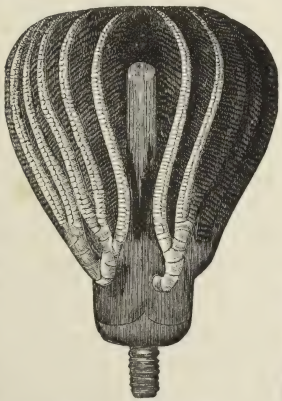
Saccocoma pectinata.

In der Mitte dieser Arme befand sich der Nahrungsweg des Thieres,

völlig dem großen Pistill einer Blume gleich, zusammengesetzt aus lauter von unten nach oben an Größe abnehmenden sechsseitigen Plättchen. Dieser Nahrungsweg ist von den Armen des Polypen mit seinen Fangfäden umgeben.

Diese schön geschlossene Steinblume, in solcher Vollendung eine Zierde der Cabinette (übrigens sehr häufig, wenn auch nicht immer so wohl erhalten), lebte nicht von den Säften, welche sie etwa durch Wurzeln und Stamm aus der Erde zog, sondern von den kleinen Wasserthieren, welche sie zu fangen wußte, indem sie ihre vielen Arme ausbreitete und wieder an sich zog, dadurch einen unaufhörlichen Strudel verursachte, welcher die Wasserthierchen in ihre gefährliche Nähe brachte, wo sie dann mit den Fäden oder Tentakeln der Arme gefaßt und zu der Mundöffnung in den Kelch gebracht wurden.

Diese wunderbaren Thiere bevölkerten die Meere der Urzeit in solch ungeheuren Mengen, daß die runden Glieder ihrer Stiele ganze Gebirge bilden. Die Natur hatte für ihre Erhaltung gerade durch die Befestigung an dem Boden gesorgt. In den stürmischen Meeren der Urzeit, welche nicht in sandige, sondern in felsige Ufer eingebettet waren (da es damals noch keinen Sand gab, der erst ein Product der durch das Wasser zertrümmerten Felsen ist), konnten die aus dünnen Kalkschalen zusammengesetzten Thiere nicht bestehen, wenn sie beweglich waren, denn die Wellen mußten sie an die Ufer werfen, woran sie zerschellt sein würden; ihr Stiel fesselte sie an den Boden des Meeres, die sturmbewegten Wellen gingen unschädlich über ihnen hinweg.



Kopf nebst seinen Fangorganen von Platycrinus triacontadactylus.

Apiocrinus Royssianus, stark verkleinert.

Daß diese Thierform mit der felsigen Beschaffenheit des Meeres

im Zusammenhang steht, dies geht aus zwei Thatsachen sehr unzweifelhaft hervor: auf sandigem, sumpfigem, fettigem Meeresboden giebt es keine Seelilien, und ferner wird diese Gattung von Geschöpfen immer seltener, je mehr sich die Gesteinschichten unserer Zeit nähern, je mehr sich die Ufer des Meeres verflachen, der Boden sich mit Sand bedeckt. In der Gegenwart kennt man nur noch eine Species derjenigen Gattung von Seelilien, welche man Pentacriniden nennt, nämlich Pentacrinus caput Medusae, während die Apiocriniden ein wenig häufiger zu sein scheinen. Eine wichtige Lehre können wir uns aus diesem allmählichen Verschwinden einer an gewisse Bedingungen geknüpften Thiergattung ziehen, daß nämlich die in den Gesteinschichten gefundenen Thiere überhaupt, so wie diese Encriniden insbesondere, nichts anders als, wie Burmeister schon treffend es ausdrückte, „die langsam und allmählich abgestorbenen unreifen Glieder einer fortschreitenden Entwickelungsreihe gewesen sind, deren damaliger Bildungsproceß theils durch innere, theils durch äußere Umstände bestimmt oder gehindert wurde."

Die einzelnen Gruppen dieses Thierkreises zeigen uns die verschiedensten Organisationsstufen und Lebensgewohnheiten. Die einen begnügen sich mit einer einfachen Ernährungshöhle, bei anderen findet man schon einen Darmkanal, und es entwickelt sich an den Nervenenden etwas, das einem der höheren Sinne wenigstens ähnlich, wenn nicht gleich ist; es bilden sich Augen als runde Punkte an den Spitzen, wie bei vielen Seesternen (ein fünftheiliger Seestern hat auf jedem Arm ein Auge), oder an dem Anfange der Glieder, wie bei vielen Seeigeln, welche sich durch ihre rothe Farbe sehr kenntlich machen. Die einen besitzen besondere Athmungsorgane, bei den andern fehlen sie, wie bei den Seesternen, bei denen der ganze Körper diese Function ausübt. Die Seelilien oder Crinoiden sind auch fast alle fest gewachsen, einige aber lösen sich im späteren Alter los und kriechen umher. Manche sind afterlos, wie die Schlangensterne, bei anderen liegt der After auf dem Rücken, während der Mund in der Mitte der Unterseite liegt, wie bei den Seesternen und den sogenannten regelmäßigen Seeigeln, oder er nimmt seine Lage neben dem in der Mitte befindlichen Munde ein, wie bei den Seelilien, oder endlich er begiebt sich nach der hinteren Seite bei den jüngeren, zur Symmetrie neigenden Seeigeln der Juraperiode, während gleichzeitig bei den hierher gehörigen höchst entwickelten Formen, den Herzigeln, auch der Mund die Mittelpunktsstellung verläßt. Viele Seeigel haben einen vollständigen Kauapparat mit Zähnen, andere, wie die Herzigel, sind zahnlos. Von der außerordentlichen Lebensenergie dieser Thiere geben uns die Seesterne ein Beispiel; nicht nur ergänzt sich der verstümmelte Körper derselben,

sondern der abgelöste Arm eines Seesterns lebt selbstständig fort und wächst durch Sprossung wieder zu einem vollständigen Seestern aus. Die meisten pflanzen sich durch Eier fort, einige Seesterne aber gebären lebendige Junge. Eine sonderbare Stellung nehmen in diesem Kreise die Seegurken, Holothurien, ein, welche äußerlich ganz die Form eines Wurmes haben und, weil ihr Mund sternförmig mit kurzen Armen besetzt ist, auch wohl Sternwürmer heißen, obwohl man heute unter diesem Namen ganz andere Geschöpfe, wirkliche Würmer begreift. Die Meere der warmen Zonen haben sie in Menge aufzuweisen; fingerdick und lang oder so dick wie eine Bratwurst von 10 bis 12 Zoll lang, kommen sie in den tropischen Küstengegenden vor und werden von den Chinesen gefangen und als besondere Leckerbissen viel theurer bezahlt als die köstlichsten Austern, wiewohl sie uns nicht eben munden möchten. Ueber ihre paläontologische Entwickelung wissen wir sehr wenig, da ihre Skeletbildung sehr unvollkommen ist.

Viele dieser Thiere haben noch ganz die Eigenschaft, von welcher die Bezeichnung regelmäßig herrührt, nämlich die Theilbarkeit nach verschiedenen Richtungen und doch immer in gleiche Hälften. Da sie nämlich walzenförmig sind, so kann man sie, wenn man immer den Schnitt durch die Axe legt, nach vielen verschiedenen Richtungen in gleiche Theile trennen, und da sie an dem einen Ende des Walzenkörpers einen Stern von Fangarmen haben, so giebt dieser Stern durch seine Arme und die damit verbundene längs des Körpers hinablaufende Muskulatur den Führer ab bei dieser Theilung.

Nun aber giebt es unter diesen Walzenwürmern mit sternförmigen Fangorganen oder Tentakeln mehrere, die schon den Uebergang vom regulären zum symmetrischen System andeuten, indem bei ihnen die Länge des Körpers nach Bauch und Rücken zu unterscheiden ist, und die auf der Bauchseite mehr Saugwarzen haben als auf der Rückseite; ferner findet man mitunter auch einen Magen mit einem zuführenden, nach der Mundöffnung leitenden Darmkanal, was auch gegen die eigentliche Regelmäßigkeit verstößt und zur Symmetrie führt.

Diese, eine Andeutung zur höheren Entwickelung, tritt vollständig in einer neuen Klasse von Thieren, in den Mollusken oder Weichthieren auf, deren weicher Körper von einem Hautsack (Mantel) umgeben ist.

Der Leib der Weichthiere besitzt nicht die Gliederung, welche die soeben besprochenen Thiere auszeichnet, welcher vielmehr ein ungegliederter Sack ist; dagegen haben sie einen deutlich entwickelten Verdauungs- und Ernährungsapparat, mit einem Darmkanal und einer Galle absondernden Leber und mit einem vollständigen, aber einfachen Herzen, — bei den höheren Weichthieren hat das Herz auch eine Vorkammer — mit

Kiemen u. s. w. Die Weichthiere haben ferner einen von diesem Leibe durch einen Hals getrennten Abschnitt, welcher die Sinnes- und die Bewegungswerkzeuge trägt, aber nur bei den höheren zu einem Kopfe ausgebildet ist. Um den Mund stehen zwei aus- und einziehbare Tastorgane, und auf solchen sitzen die Augen, deren aber nur zwei sind; im Munde sind Kiefer mit Zähnen zu unterscheiden, auch eine Zunge fehlt nicht und wir sehen an alle Diesem, daß wir es schon mit weit höher entwickelten, mit besser organisirten Thieren zu thun haben. Allein erst ihre höheren Ordnungen genießen aller der genannten Vorzüge; diejenigen, welche sich zunächst an die regulären Thiere anreihen, haben noch keinen Kopf und keine eigentlichen Sinnesorgane.

Früher zählte man auch die Mantelthiere zu den Mollusken und betrachtete sie als die niedrigste Gruppe derselben; allein diese Thiere mit weichem, lederartigen Mantel, welcher sonst geschlossen nur zwei Oeffnungen hat, an deren einer der Mund befindlich ist, ohne Kopf und Gehäuse, gehören zum Reiche der Würmer und um so weniger in den Kreis unserer Betrachtung, als man bisher noch keine Versteinerungen derselben gefunden hat.

Die niedrigsten Weichthiere, zu denen z. B. die Auster gehört, sind die Taschen und die nächst höher stehenden die Muscheln, beide kopflos mit zweischaligem Gehäuse, und von denen man unzählige Ueberreste findet, eben weil die harte, außer an dem Mantel abgesonderte Masse (Kalk) der Aufbewahrung in den Archiven des Erdballs fähig war.

Die Schalen der Taschen sind von ungleicher Größe, die eine greift über die andere, und durch eine Oeffnung der ersteren tritt ein Stiel oder Fuß heraus, mit welchem das Thier auf dem Meeresboden festwächst und so eine festsitzende Lebensweise führt. Oft bleibt daher der Fuß unausgebildet oder fehlt ganz, wie bei der Auster. Ihr Körper ist auch nicht, wie der der Muscheln, seitlich zusammengedrückt und rechts und links umschlossen, sondern von oben nach unten, also der Bauch und der Rücken. Sie besitzen ein einfaches Herz ohne Vorkammer. Man nennt sie auch Armfüßer (Brachiopoden) oder wegen der Gestalt ihrer Athmungsorgane Spiralkiemer. Bei den Muscheln oder Blattkiemern ist der Rumpf zusammengedrückt, der Mantel umgiebt ihn von zwei Seiten, aus einem Spalt desselben kann das Thier den Fuß hervorstrecken, welcher zum Festhalten, Fortbewegen, Bohren dient, je nachdem das Thier ihn brauchen will. Der Mantel hat zwei röhrenartige Fortsätze, deren einer dazu dient, das Wasser einzuziehen (wovon im Darmkanal die Nahrung abgesondert wird), die andere Oeffnung aber, das Unbrauchbare auszustoßen. Auf diese Weise ernähren sich die Muscheln, denn sie ruhen, mit Ausnahme der Kammmuscheln, welche durch rhytmisches Auf- und

Zuklappen der Schale schwimmen können, am Boden still oder bewegen sich nur träge; einige Gattungen derselben befestigen sich an demselben sogar durch Taue, durch den sogenannten Byssus.

Der Mantel sondert aus der von dem Körper aufgenommenen Nahrung den kohlensauren Kalk ab und bildet daraus eine harte Schale, welche den Mantel und den ganzen Leib zweiklappig umschließt. Sehr elastische Bänder vereinigen in einem äußerst künstlich geformten Charnier die beiden Klappen, in denen der Körper ruht. Theile desselben, die an die Schalen angewachsen sind, von einer ungeheueren Muskelkraft durchdrungen, wie man sie in diesen anscheinend aus lauter Gallert bestehenden Thieren gar nicht sucht, vermögen diese Schalen zu schließen, so fest, daß ein kräftiger Mann die ganze Gewalt seines Armes, unterstützt von der Hebelkraft eines dazu eingerichteten Messers, nöthig hat, um nur eine Auster zu öffnen, welche lange nicht so groß ist wie ein Handteller (das Thier darin kaum so groß wie ein Thaler), und doch gelingt das Oeffnen nicht, ohne daß der Theil der Schale, an welchen man das Messer ansetzt, zertrümmert wird. Schon bei den Perlmuscheln ist das Oeffnen so schwer, daß man es gar nicht versucht und die Thiere sterben läßt, wo sie sich dann von selbst aufschließen. Bei den größeren Muscheln, sogenannten Riesenaustern oder Gigas, ist es aber ganz unmöglich, und Derjenige, der es wagen wollte, zwischen die geöffneten Schalen seine Hand zu bringen, würde sie sofort verloren haben, denn sie zerdrücken ein zwölf Zoll im Umfang haltendes Ankertau.

Von den Muscheln wie von den Tascheln müssen die Urmeere gewimmelt haben, denn es finden sich theils ihre Abdrücke, theils ihre wirklichen Schalen in ungeheurer Menge zu ganzen Gebirgen (Muschelkalk) gehäuft vor.

Den Uebergang von den Muscheln zu den höher entwickelten Weichthieren, den Schnecken, bilden die Flügelfüßer oder Floßenfüßer, Molusken, welche zwar klein, nur von Zolllänge, doch schon viel besser ausgebildet sind als jene, indem sie einen zwar nicht vollständig ausgebildeten Kopf — daher sie auch Stummelkopfschnecken genannt werden — und an diesem Sinnesorgane haben; Flügelfüßer heißen sie davon, daß der Mantel, welcher ihren Körper zur Hälfte bedeckt, in flügelartige Hautlappen endet; sie haben Ruderflossen statt der Füße; es giebt auch schalenlose, nackte Arten unter ihnen wie unter den eigentlichen Schnecken, z. B. das Walfischaas. Im Meere sind sie in ungeheurer Menge und dienen vorzugsweise dem Walfisch zur Nahrung; in den Gesteinschichten sind sie jedoch nicht zu finden, obschon viele derselben einen Ansatz zu einer harten Schale haben.

Desto häufiger findet man in den Sedimentschichten die sich jenen

Thieren anschließenden Schnecken, welche wir in ihrer allgemeinen Form nicht zu beschreiben brauchen, denn Jedermann kennt dieselben so ziemlich; allein wichtig sind einige Besonderheiten und einige Unterschiede zwischen Land- und Wasserschnecken. Diese letzteren nämlich athmen durch Kiemen, indeß die Landschnecken ein förmliches Lungenorgan und eine eigne Respirationsöffnung haben. Die Besonderheiten beziehen sich auf die Gestalt der Schale, des Schneckenhauses, die eine vierfach verschiedene ist: erstens von der Gestalt, die wir ganz allgemein an den Schnecken kennen, kegelförmig; zweitens ganz flach, von beiden Seiten nach der Mitte zu vertieft; drittens mit Kammern, wie der Nautilus und die Papierschnecke; endlich flach und vertieft, aber ohne daß ein innerer Reif mit einem äußeren zusammenhinge. Die nachstehende Figur zeigt ein solches merkwürdiges Thier, das den Namen Ancyloceras Matheronianus trägt. Eine Ausnahme, welche

Ancyloceras Matheronianus.

allenfalls eine fünfte Form geben könnte, liefert die Gattung Chiton, Käferschnecken, deren Schale aus 6 bis 8 Stücken besteht; es ist dieses jedoch die einzige Gattung und kann daher nicht unter die allgemeinen Formen aufgenommen werden.

Die Schnecken mit Kammern muß man als eine eigene Gattung von Thieren betrachten, welche äußerlich den Schnecken nur in der Form der kalkigen Mantelschale ähnlich sind; sie werden auch als solche in eine eigene Familie aufgefaßt und in den naturhistorischen Werken beschrieben, und zwar unter dem Namen Kopffüßer (Kephalopoden). Sie sind unter diesen weichen, mit einer Schale versehenen Thieren die vollkommensten, und der sogenannte Tintenfisch ist der eigentliche Repräsentant derselben, der daher auch Tintenschnecke heißt, wenn er schon kein Schneckenhaus trägt.

Der Leib dieser Thiere ist walzenförmig und ist von einem weiten, oben offenen Mantel umgeben, welcher alle Grade der Stärke durchmacht: von der Feinheit des Goldschlägerhäutchens bis zu der Dicke der Nautilusschale. Der Leib ist theils gerade gestreckt (Tintenfisch), theils gebogen und posthornartig aufgewunden (Papierschnecke, Nautilus, Ammonshorn); bei den geraden sitzt die kalkartige Substanz im Innern unter der Mantel-

haut des Rückens, dies ist die sogenannte Sepiaschale (Schulp), das weiße Fischbein; bei den gewundenen sitzt sie außen und bildet die Schnecke.

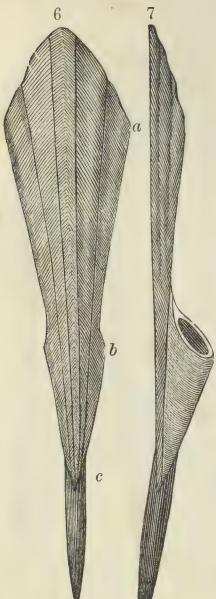
Unter den Versteinerungen kommen gerade und krumme, diesen Thieren gehörige Gebilde in ungeheurer Menge und von höchst verschiedener Größe vor; die geraden, welche man im Sande der alten Weichselufer, oben auf dem Trocknen, wohin der Fluß selbst bei den höchsten Ueberschwemmungen nicht mehr steigt, bei jedem Schritte findet, und welche, von gelblich-hornartigem Ansehen, fingerlang und fingerdick, Donnerkeile genannt werden, oder welche in den Gesteinen der württembergischen Alp schon im Schiefer in unglaublichen Quantitäten und zwar bis zur Größe von einem Fuß und darüber vorkommen, und die den wissenschaftlichen Namen Belemniten erhalten haben, gehören tintenfischartigen Thieren an und sind entweder entstanden durch Versteinerung der äußeren kegelförmigen Hülle, an welche das deckende Gestein strahlenförmig und krystallinisch angeschlossen ist, oder, was wahrscheinlicher ist, durch Versteinerung des inneren Knochens derselben. Die Belemniten gehören zu den verbreitetsten Thieren der Vorzeit, ihr Dasein dauert von der Lias bis zur Kreide.

Belemniten.

Gewöhnlich findet man von demselben nur Bruchstücke von sehr verschiedener Größe und Gestalt. Es war daher sehr schwierig, zu einer richtigen Ansicht über ihre wahre Gestalt zu gelangen, und der Weg zu derselben führte durch mancherlei Irrthümer. Der Belemnit, wie er gewöhnlich gefunden wird, sieht wie die obenstehende Zeichnung 1 und 2 aus. Häufig ist die untere Spitze abgebrochen. Die Figur 1 zeigt diejenige Species, welche am häufigsten vorkommt, sowohl in der Größe der Zeichnung, als auch sehr viel ausgedehnter, Belemnites giganteus; die Figur 2 gehört einer anderen Species an, die man Belemnites hastatus nennt, von der Lanzen- (hasta) Form der Spitze. Das obere Ende dieser Steine ist, wenn sie durch

Bruchstücke von Rückenschildern.

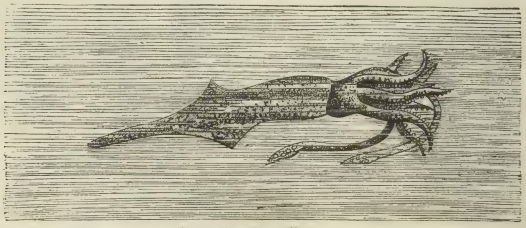
und durch massiv sind, strahlenförmig gebildet, so daß man glaubt, den Krystallisations-Charakter nicht verkennen zu können; ist dies nicht der Fall, so zeigen sie sich an dieser Stelle mehr oder minder tief ausgehöhlt und alsdann auf einer Seite der Höhlung etwas dicker in der Masse, zugleich aber auch von lockrerem Gewebe, als auf der andern Seite.



Restaurirte Rückenschilder von Belemniten.

Man findet nun aber auch Steine von der Form 3 und 4 der umstehenden Zeichnung, andere von der Form 5; Figur 5 verräth sich zwar ziemlich deutlich als ein Stück des Rückenschildes, die anderen Stücke aber sind nicht so leicht unterzubringen. Wenn man jedoch auf den Gedanken käme, Figur 1 (in der erforderlichen Verkleinerung der umstehenden Figur) an Figur 3 und 4 anzupassen und darauf dem breiten Ende Figur 5 anzufügen, so würde sich die Figur 6 und 7 ergeben, und wir hätten nun den Belemniten, Figur 1 und 2 Seite 165, als das compacte End- und Schlußstück untergebracht.

Ein vollständiger Belemnit besteht demnach aus drei Theilen, der Spitze oder dem Schnabel, dessen oberes Ende (a) eine kegelförmige Höhle bildet, dem innern Kerne oder Alveole (b), welche eine gekammerte Schale gleich auf einander geschichteten Urgläsern bildet, und aus einem blattartigen Gebilde (c), welches Hornblatt genannt wird, weil es wahrscheinlich hornartig war. Das Thier selbst hat wahrscheinlich wie folgende Figur ausgesehen.


Ein vollständiger Belemnit.

Die gewundenen, schneckenförmigen Hüllen der Kephalopoden kommen

unter dem Namen Ammoniten in solcher Mächtigkeit vor, daß sie ganze Gebirgszüge bilden; ihre Größe schwankt zwischen der eines Stecknadelknopfes und der eines mäßigen Wagenrades.

Es giebt noch jetzt von diesen Thieren verschiedene in den Meeren der wärmeren Zone; allein die Ammoniten selbst sind ausgestorben, und die lebenden beschränken sich auf die zwei genannten, die Papierschnecke und den Nautilus, Schiffsboot (Argonauta argo und Nautilus pompilius), welche die einzigen Kammerschnecken sind.

Nautilus.

Die nebenstehende Figur zeigt diese Thierform, natürlich nur so weit ihre äußere Hülle reicht. Die Schale ist schneeweiß, mit bräunlichen Flecken an den hervorragendsten Stellen, Kanten und dergleichen. Jeder Reif deutet eine im Innern befindliche Kammer an. Die Schale ist so dünn wie Papier, daher der Trivialname Papierschnecke oder Papiernautilus.

Sie haben die Eigenthümlichkeit, daß sie ihre Schale, von dem innersten kleinsten Pünktchen beginnend, bilden und den Hintergrund derselben durch eine mit feiner Perlmuttersubstanz glatt bekleidete Scheidewand abschließen und nur eine kleine Oeffnung, mit einer Röhre gefüttert, übrig lassen.

Wie das Thier wächst, so vergrößert es auch seine Schale, und hat diese Raum genug, so schließt sich der Hintergrund derselben abermals ab, und es entsteht eine zweite Höhle oder Kammer, welche wieder eine kleine Oeffnung zeigt, deren Schärfe dadurch verdeckt wird, daß ein kurzes Stückchen Röhre darin steckt; so bildet sich eine dritte, vierte, zehnte und zwanzigste Kammer, jede folgende um etwas größer als die vorhergehende, die durch eine centrale Röhre, Sipho, mit einander verbunden sind. Die äußerste geräumigste Kammer ist die Wohnstätte des Thieres, während die übrigen, wie es scheint, nur dazu dienen, um vermöge der Luft, welche das Haus enthält, das Schwimmen desselben möglich zu machen. Die Oeffnung in der jedesmaligen Scheidewand dient, um einen kleinen Theil, gewissermaßen eine Sehne, eine Klammer aufzunehmen, durch welche das Thier allein an der Schale festsitzt. Wegen dieser geringen Befestigung wird es leicht, von derselben getrennt, eine Beute der Raubfische, wo dann die leere Schale auf dem Wasser schwimmen bleibt, bis sie von Fischern aufgefangen wird oder an den Felsen der Meeresküste zerschellt.

Die äußeren, weiß- und braungestreiften stärkeren Gehäuse des Nautilus pompilius werden in den heißen Gegenden zu Trink-, zu Schöpf-, wohl auch zu Kochgefäßen verwendet; der letztere Gebrauch zerstört sie

jedoch bald, daher geschieht es nur dort, wo sie in Menge vorkommen. Die äußere Schale ist lederartig; man sucht sie zu entfernen, um die wunderschöne, perlmutterfarben spielende untere Masse zum Vorschein zu bringen.

Im hohlen Innern der Schnecke findet man bisweilen ein alabasterähnliches, weißes Steinchen, geformt wie der Erbsenstein des Karlsbader Sprudels, doch äußerlich blank und glatt. Die Bewohner jener Gegenden knüpfen daran mancherlei Aberglauben und halten den Besitz für ein großes Glück und für glückbringend und bewahren ihn in kleinen Schächtelchen. Doch wirft dieser Stein nicht selten Junge, und das ist nun vollends von äußerst heilbringender Bedeutung. Die Sache hat etwas Wahres und ist auch schon im höchsten Alterthum bekannt gewesen, denn Plinius beschreibt im 37. Buche seiner Naturgeschichte solche Junge machende Steine, unter den Namen Paeantides et Gemonides. Sie bestehen aus kugelig gehäufter Perlmuttersubstanz, welche beim Entweichen der Feuchtigkeit Risse bekommt und sich trennt, so daß kleine Theilchen sich absondern, die dann von dem Wunderglauben für Junge angesehen werden.

Eine der am schönsten gestalteten vorweltlichen Schnecken dieser Art ist Ceratites nodosus, den die nebenstehende Figur giebt; die Kammerschnecke gehört der Formation an, welche unter der Kreide und dem Quadersandstein und über den Juragebilden liegt. Außer der sichtlich vorspringenden Abtheilung durch Kammern hat diese Schnecke noch Zeichnungen, welche eine schuppenartige Zusammensetzung zeigen, als ob das mächtige Thier seine Schale absatzweise in scharf getrennten Linien gebildet hätte. Unter den Versteinerungen der Gehäuse dieser Kephalopoden findet man eine andere Merkwürdigkeit. Es liegen nämlich innerhalb der äußersten großen Höhlung, welche das Thier bewohnt, sehr häufig zwei Muschelschalen neben einander, einer geöffneten Muschel angehörig, versteinert, wie der Nautilus selbst, doch sicher nicht zu ihm gehörig; man glaubt, es sei dieses ein Thier, welches der Nautilus verschlungen, das ihm zur Nahrung gedient, und dessen Schale er noch nicht ausgeworfen, als die Einbettung in den Schiefer, Kalk oder die Steinschicht, welche ihn uns seit Millionen Jahren aufbewahrt hat, stattfand.

Ceratites nodosus.

Der Papier-Nautilus, noch lebend, obschon als große Seltenheit geschätzt, hat eine sehr dünne Schale, welche beinahe aussieht, als wäre sie aus weißen Oblaten gemacht; die Schale gehört zu den Zierden der Conchylien-Cabinette und wird selbst in den tropischen Gegenden des großen Oceans so hoch geschätzt, daß die Besitzer sie unter den Kleinodien aufbewahren, bei festlichen Gelegenheiten, bei Vermählungsfeierlichkeiten zeigen, indem die Braut sie in der Hand hochgehalten schwingt und beim Tanze in mannichfaltigen Wendungen sehen läßt.

Alle diese Thiere haben den allgemeinen Bau desjenigen Kopffüßers, den man Tintenfisch nennt. Ein durch einen Hals deutlich vom Rumpf abgesonderter Kopf trägt die Sinnesorgane, einen Mund mit Papageienschnabel, zwei große, gestielte, weit hervorstehende und bewegliche Augen, Fühler und acht oder zehn Füße (weil diese am Kopfe sitzen, heißen die Thiere Kopffüßer). Die Gestalt dieser Füße ist walzenförmig (wie Regenwürmer) und nach dem Ende zu verjüngt. Mehrentheils haben sie eine, auch mehrere Reihen von Warzen eigenthümlicher Beschaffenheit; es können dieselben nämlich, während sie im gewöhnlichen Zustande wie eine Linse vor der Masse des Armes vorstehen, so zurückgezogen werden, daß sie hohl werden, in der Masse des Armes vertieft sind. Diese Einrichtung macht sie zu wahren Schröpfköpfen; wenn der Arm (oder Fuß, was bei den Thieren immer gleichbedeutend gebraucht wird) sich an die weichen Theile eines Geschöpfes anlegt, so saugt er sich mit so vielen Warzen, als zur Berührung kommen, daran an; gewaltsames Losreißen thut sehr weh, und auch wenn das Thier von selbst losläßt, ist unter jedem Saugnapf eine Erhöhung entstanden, wie die vom Chirurgus aufgesetzten Schröpfköpfe sie machen. Unter dem Halse beginnt der walzenförmige Leib, welcher nicht selten über einen Fuß lang und gegen vier Zoll dick wird. Zunächst dem Halse ist eine Art Kropf, in welchen sich die Speiseröhre erweitert; er dient dazu, um durch seinen scharfen Saft die empfangenen Substanzen zu erweichen und zur Verdauung vorzubereiten, denn das Thier ist sehr gefräßig und zerreißt mit seinem gekrümmten hornartigen Schnabel und verschlingt mittelst der zackigen Zunge Alles, was seine acht 2 Fuß langen Arme erreichen können.

Hinter dem Kropf befindet sich die Magenhöhle, unfern derselben die sehr große Leber, an welcher sich eine gleichfalls sehr ausgedehnte Blase, der Behälter der Sepia, befindet, einer braunen Flüssigkeit von ungemein schönem, warmem Ton und sehr großer färbender Kraft und als Malerfarbe bekannt. Man weiß nicht, was diese Flüssigkeit eigentlich ist, ob der Urin oder was sonst. Dem Verfasser scheint ihre Verbindung mit der Leber, aus der sie ihre Nahrung empfängt, ihr Ergießungsgang in den Magen, ihre Farbe, ihre seifenartige Beschaffenheit und ihr bitterer Geschmack

darauf zu deuten, daß sie nichts Anderes als die Galle des Thieres sei. Für dasselbe hat diese Flüssigkeit noch eine andere Bedeutung. Wenn Gefahr naht, und diese droht dem sonst nackten Thiere von den gefräßigen Meerbewohnern, welche alle Raubthiere sind, wohl oft genug, so entläßt es eine Portion dieser braunen Flüssigkeit. Diese färbt und trübt das Wasser rings umher in einem so bedeutenden Grade, daß das Thier, so lange es sich in dem getrübten Raume befindet, von außen nirgends gesehen werden kann, und daß ihm folglich der Feind nichts anzuhaben vermag; zugleich aber scheint die färbende Substanz den übrigen Seethieren so sehr zuwider, daß sie umkehren, sobald sie an diese so gefärbte Stelle kommen, etwas, was man im Mittelmeere, wo diese Thiere ungemein häufig sind und als Speise der unteren Volksklassen zu Markte gebracht werden, täglich sehen kann. Die Lagunen von Venedig sind zahlreich von ihnen bewohnt; auf dem klaren, ganz durchsichtigen Element, welches nur auf den durch Pfähle bezeichneten Fahrbahnen durch Baggern für Seeschiffe gangbar erhalten werden kann und im Allgemeinen nirgends mehr als 7 Fuß Tiefe hat, in einer Gondel schwimmend, kann man ihr Treiben sehr schön beobachten, besonders wenn das Schifflein nicht durch Ruder, sondern von einem leichten Winde durch Segel getrieben wird; der Ruderschlag verscheucht die Sepien, welche sonst im Sonnenschein munter umherschwimmen.

Einige derselben haben einen besonders starken Geruch nach Bisam, daher ihr Name Sepia moschata, und diese besonders (wiewohl auch minder lebhaft die anderen) zeigen eine mannichfach wechselnde Färbung. Mit ihren Armen, vermittelst der Saugwarzen, an irgend etwas hängend, an einem Pfahl, einem schwimmenden Ast, sehen die Sepien schmutzig gelb, etwa wie die Hautfarbe der gemeinen ungewaschenen Italiener (welche nur auf dem Gesichte braun ist) aus; hin und wieder zeigen sich einige dunklere Flecke, wodurch die Aehnlichkeit noch auffallender wird. Reizt man dieses Thier aber, oder bewegt dasselbe sich aus eigenem Willen spielend oder seine Beute fangend, so entsteht auf der Rückseite desselben ein wunderschönes Farbenspiel; breite bunte Bänder überziehen den Körper, dunkle rostbraune Streifen treten dazwischen hervor und verschwinden, plötzlich wird die Bauchseite lebhaft blau, metallisch glänzend wie das Gefieder tropischer Vögel; ebenso schnell vergeht diese wie die andere Farbe, und nun wird der ganze Tintenfisch dunkelrosenroth, welches, da das Thier gewöhnlich fleischfarbig ist, gerade so aussieht, wie wenn einem Menschen das Blut ins Gesicht steigt.

Dieses Thier, der Vorwelt so gut angehörig wie der Gegenwart, kommt rings um Europa an den Küsten, besonders häufig aber in den wärmeren Meeresstrecken vor; eine besondere Species desselben soll die Größe

des Körpers (des Rumpfes) eines wohlgenährten Mannes erreichen, wird mehr als eine Elle lang und halb so dick; die acht Arme, welche am Kopfe sitzen, haben wohl die Länge von 10 bis 12 Fuß und sind mit stark ziehenden Schröpfköpfen besetzt, wovon an jedem Arm über hundert Paare sitzen. Dieses Thier, welches im Alterthum Polyp hieß und noch jetzt häufig, wenigstens von den Unkundigen so genannt wird, ist für den Menschen höchst gefährlich, keineswegs weil es denselben zu verzehren vermöchte, sondern weil es Badende mit einem oder einem Paar seiner Arme umschlingt und unter das Wasser zieht. Um Griechenland, woselbst diese Sepia octopodia besonders häufig und ungewöhnlich groß vorkommt, sollen die Leute sich nicht anders baden, als mit einem scharfen Messer im Gürtel, welcher ihre Hüften umgiebt (nur ein fingerbreiter Riemen). Wenn solch ein Ungethüm, welches sie seiner durchsichtigen Beschaffenheit wegen im Wasser kaum wahrnehmen, sich ihnen so weit nähert, daß es in Berührung mit dem Körper des Badenden kommt, so suchen sie den berührenden Arm abzuschneiden, was allerdings leicht gelingen kann, da die Substanz desselben sehr weich ist, aber wahrscheinlich nicht viel helfen wird, indem der Arme acht sind und der Unglückliche schneller gefesselt ist, als er sich befreien kann. Die von dem Ungeheuer angesogenen Stellen sollen so schmerzhaft sein, daß Leute, die so verletzt, aber glücklich gerettet wurden, Monate lange krank lagen.

Muthmaßlich hat dieses Thier Veranlassung zu der Fabel vom „Kraken" gegeben. Montfort, ein bekannter Naturforscher des vorigen Jahrhunderts, beschreibt aus Erzählungen von Schiffern, von verunglückten Matrosen, einen Riesenpolypen, der, je weiter er davon erzählt, desto größer wird; erst umschlingt er Menschen, dann die Kähne der Neger an den Küsten von Afrika, dann reißt er die Matrosen aus der Takelage eines Kauffahrers; als er aber an die Erzählungen amerikanischer Matrosen kommt, wird die Sache romantisch: im Leibe des Walfisches haben diese Arme von 40 Fuß Länge und an der Spitze noch 2 Fuß dick, mit Saugnäpfen wie Teller groß, gefunden (der Walfisch lebt von nußgroßen Seegewürmen und kann nicht einen Kürbis verschlucken). Auf einer Fahrt zum Walfischfange haben amerikanische Matrosen gesehen, wie ein ungeheurer Walfisch von einem Polypen umgarnt wurde, daß er schrie wie ein geschlagenes Kind; ein äußerst glücklicher Vergleich); endlich hat ein Polyp zwölf Schiffe auf einmal mit sich in das Meer gezogen — wahrscheinlich auch gefressen; wir wollen hoffen, daß er sich den Magen nicht verdorben hat. Es wird unsere Leser erheitern, aus nachstehender Abbildung (auf der folgenden Seite) zu sehen, wie man sich dieses Thier vorgestellt hat.

Allein wenn auch hierbei viele Uebertreibungen mit unterlaufen — die

abenteuerlichen, mythischen Erzählungen über den „Kraken" scheinen durch Olaf den Großen, Erzbischof von Upsala, um die Mitte des 16. Jahrhunderts und durch den Bischof von Bergen, Erich Pontoppidan, zu Anfang des vorigen Jahrhunderts in die gelehrte Literatur eingeführt worden zu sein — so ist doch daran, daß diese Thiere bisweilen zu einer riesigen Größe auswachsen, wie schon Plinius erzählt, nicht mehr zu zweifeln. Von den vielen durchaus glaubwürdigen Mittheilungen der neueren Zeit wollen wir nur des Riesentintenfisches Erwähnung thun, welcher im September 1877 in der Nähe von Catilina in Neufoundland gefunden wurde und sich jetzt im Newyorker Aquarium befindet. Wahrscheinlich wurde das Thier durch einen damals an der Küste von Neufoundland wüthenden Sturm

Der Kraken.

verschlagen, und als man seiner ansichtig wurde, lebte es noch und bemühte sich, seinen zwischen Felsen eingeklemmten Schwanz zu befreien. Es hatte lebend eine dunkelrothe Farbe; kaum aber war es ganz aus dem Wasser herausgezogen, so starb es und erblaßte. Die folgende Figur zeigt dieses zehnarmige, also zu den Decapoden gehörige Thier. Der Körper, vom Kopfe bis zur Schwanzspitze, hat eine Länge von $9\frac{1}{2}$ Fuß und einen Umfang von 7 Fuß. Von den rings um den Mund stehenden zehn Armen, welche mit etwa 2000 Saugnäpfen von je 1 Zoll Durchmesser besetzt sind,

haben die acht kleineren eine durchschnittliche Länge von 10 Fuß (sie sind nicht alle gleich lang, die längsten 11 Fuß) und an der Basis einen Umfang von 17 Zoll. Die zwei peitschenartigen langen Fangarme aber messen je 30 Fuß. Die Augen, welche im Leben einen wilden Ausdruck zeigten, haben einen Durchmesser von 8 Zoll. Leider sind dieselben beim Transport zerstört und auch die Arme, um es leichter transportiren zu können, abgeschnitten worden.

Alle die hier angeführten Thiere gehören zu den Urtypen der Schöpfung, zeigen sich in den Versteinerungen der allerältesten Formationen und gehen bis auf die neueste Zeit herab, gehören auch noch zu den lebenden, sind aber unter diesen sehr sparsam vertreten. Die heute lebenden Kopffüßer begnügen sich übrigens mit zwei Kiemen, daher Dibran-

Der Riesentintenfisch im Newyorker Aquarium.

chiata genannt, mit Ausnahme des Nautilus, welcher, wie die meisten Kephalopoden der Vorzeit, vier Kiemen hat, und die daher Tetrabranchiata genannt werden; von den unbekleideten (Sepia) findet man nur die im Innern befindliche kalkige Schale versteinert, in späteren Formationen auch den Tintenbeutel, den Schnabel und einige andere knorpelartige Theile. Einige von den Kephalopoden hatten an ihren langen Armen statt der Saugnäpfe wahrscheinlich Haken, mit denen sie ihre Beute festhielten; da man in der Nähe von Belemnitenresten solche Haken gefunden hat, so glaubt man nicht mit Unrecht, daß die Thiere, zu denen sie gehörten, eine solche Bewaffnung gehabt. Einen früher sehr allgemein verbreiteten Irrthum über die Art der Fortbewegung der Kammerschnecken müssen wir noch berichtigen. Der Nautilus sowie die Papierschnecke haben unter ihren am Kopfe sitzenden Füßen oder Armen zwei, welche sich am Ende bandförmig ausbreiten; man hielt diese für die eigentlichen Ruder, ja man glaubte sogar, sie breiteten dieselben in die Luft gestreckt aus, um damit den Wind zu fangen und gewissermaßen zu segeln; dann müßten sie ihr Schneckenhaus *unter* sich haben, während umgekehrt sie es *über* sich haben. Die Arme dienen in der Regel zu nichts Anderem als zum Festhalten an der Schale, mit welcher das Thier nur durch den dünnen Sehnenstrang verbunden ist, welcher in die Kammer hineinreicht. Die Fortbewegung geschieht dadurch, daß das Thier vorn Wasser einsaugt und dasselbe durch die Kiemen gewaltsam ausstößt.

Die sehr zahlreiche Klasse der *Gliederthiere* findet sich in der Urzeit nur durch die Krebse, und zwar durch eine ganz besondere Gattung derselben vertreten, durch die *Trilobiten*. Während bei unseren Krebsen und Krabben Kopf und Körper in einem zusammenhängenden Schilde stecken und der Klappschwanz, das Ruder des Thieres, sein alleiniges Bewegungsorgan für das Wasser ist, haben die Trilobiten den Kopf, den Rumpf (Brust, Thorax) und den Schwanz deutlich unterschieden; ersterer und letzterer besteht jeder aus *einem* Stück, dagegen ist der Leib gegliedert, und zwar sehr verschieden an Zahl. Die Glieder gehen über den ganzen Rücken und machen das Thier so biegsam, daß es sich kugelförmig zusammenrollen konnte.

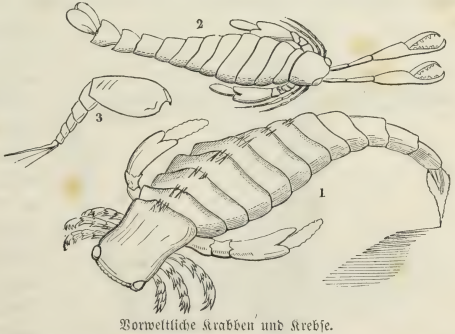
Trilobiten.

Diese wunderbaren Thiere waren ungemein künstlich zusammengesetzt; sie hatten meist einen halbmondförmigen Kopfschild, der in der Mitte stark erhoben war, von beiden Seiten standen die Augen mit deutlich sichtbarer

Facettirung, also ähnlich den Augen der Insecten; manche Arten scheinen augenlos gewesen zu sein. Einige Species hatten die Enden des halbmondförmigen Schildes sehr verlängert, so daß sie seitlich den ganzen Körper begleiteten, auch wohl darüber hinaus standen. Die nebenstehende Figur zeigt diesen Kopfschild, der Spezies Trinucleus Pongeradi angehörig; der bogenförmige Rand, welcher die Buckel des Kopfes umgiebt, ist mit dicken Löchern versehen, von denen man glaubt, daß es sämmtlich Augenhöhlen seien.

Trinucleus Pongeradi.

Noch andere Reste ähnlicher, sogar mehr krebsartiger Thiere mit Scheeren findet man in den oberen silurischen Schichten, z. B. den nachfolgend in natürlicher Größe dargestellten Pterygotus acuminatus (Fig. 1), den Trilobus (Fig. 2) und den Ceratiocaris, eine zweischalige Crustacee (Fig. 3). Alle drei zeichnen sich durch mehrfach gegliederte und, wie es scheint, sehr bewegliche Schwänze aus.



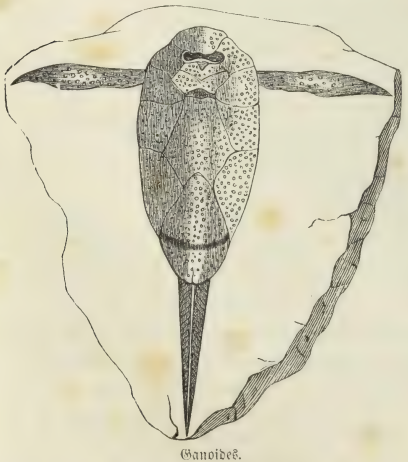
Vorweltliche Krabben und Krebse.

Mit dieser Gruppe von Thieren schließt die älteste Thierwelt der Erde; man hat zwar in den untersten Sedimentschichten, welche noch thierische Reste enthalten, kleine Zähne finden wollen und sie Fischen, Haifischen zugeschrieben; die Zähne sind aber so klein, daß sie nur durch das Mikroskop erkannt werden konnten, von den etwa dazu gehörigen Thieren fand sich keine Spur. Wir können also, wenn die Krebse die letzte vollkommenste Form der Urwelt waren, mit Recht sagen: die Thierwelt sei im Vergleich mit der jetzigen ungemein arm gewesen. Von höher entwickelten Geschöpfen, von Rückgratthieren, von Fischen höchstens sehr ärmliche Spuren, keine von Amphibien oder gar Landthieren; Alles, was wir sehen, ist gewissermaßen der Keim zu einer höheren Entwickelung. Thiere

wie die Trilobiten kommen in der Gegenwart gar nicht mehr vor, die größte Aehnlichkeit hat damit noch die sogenannte Krabbe, und diese größte Aehnlichkeit ist sehr gering; doch wurde 1872 in der Nähe der Ostküste Südamerikas ein Krebsthier (Tomocaris Peircei) in geringen Tiefen lebend gefunden, welches den Trilobiten sehr nahe zu stehen scheint. Im Allgemeinen aber verhalten sich die Thiere jener unabsehbar weit hinter uns liegenden Zeit, der ältesten Epoche der sogenannten Primärzeit zu denen der Gegenwart, wie Voigt sehr geistreich sagt, wie Embryonen zu den entwickelten Thieren.

Erst in einer viel höheren Schicht (allerdings noch der primären Formation angehörig, doch schon nahe der Steinkohlenzeit) erblicken wir deutliche Reste von Fischen, die jedoch keineswegs mit einem förmlichen Rückgrat versehen, sondern Knorpelfische waren, für deren äußere Gestaltung wir in dem Stör ein entfernt ähnliches Abbild haben. Diese Fische, Ganoiden genannt, haben eine so wunderliche Beschaffenheit, daß man ihre Reste lange Zeit gar nicht unterzubringen wußte.

Auf der folgenden Zeichnung sieht man ein Thier dieser Gattung, den Flügelfisch (Panzerganoid, Pterichthys cornutus). Sein Leib ist von einem wirklichen Schildkrötenpanzer eingeschlossen, der Schwanz hatte Schuppen und war beweglich, der übrige Körper, außer den Flossen, wahrscheinlich nicht: diese saßen flügelartig an dem vorderen Theile des Körpers, man möchte beinahe sagen, an den Schultern; sie waren vielgliedrig und sehr beweglich und hatten an jedem Gliede federartige Strahlen; der Kopf hatte deutlich sichtbare Augen und vor denselben Hörner. Von diesen versteinerten Fischen findet man in dem rothen Sandstein (der Devonischen Formation) in manchen Gegenden Schottlands so ungeheure Mengen, daß man sie nach Schiffsladungen messen könnte.



Ganoides.

Den Ganoiden gingen noch unvollkommnere Fische voraus, und zwar zunächst die Lanzettfischchen, von denen noch jetzt ein Abkömmling lebt,

das Lanzettthierchen (Amphioxus lanceolatus), ein zwei Zoll langes Thier ohne Kopf und Augen, ohne eigentliche Wirbelbildung, sondern nur mit einem Rückenstrang (Chorda) versehen; dann wahrscheinlich die Rundmäuler (Cyclostomen) mit rundem kieferlosem Munde, welche in den Archiven der Vorwelt aus Mangel an festen Körpertheilen keine Spuren hinterlassen haben, aber in der gegenwärtigen Schöpfung noch durch die Neunaugen repräsentirt sind. Die Bildung dieser Thiere weicht so sehr von der der übrigen Fische ab, daß man sie in neuerer Zeit kaum noch zu diesen zählt.

Auf einer höheren Entwickelungsstufe stehen jedoch die den Ganoiden vorangehenden Quermäuler (Plagiostomen), Fische mit knorpeligem Skelet, aber deutlicher Wirbelbildung. Der mit Kiefern und Zähnen versehene Mund befindet sich an der Unterfläche des Körpers, welcher nicht mit Schuppen, sondern mit Stacheln besetzt ist. Da auch sie im Gegensatz zu den späteren Fischen knochenlos sind, so haben sich von ihnen nur Zähne und Flossenstacheln erhalten, aber in unseren Haien und Rochen dürfen wir das Abbild jener Urfische erblicken. Sie waren bereits in den Silurmeeren vorhanden und vielleicht die Herrscher in denselben, während die Ganoiden oder Schmelzfische erst in den Devonischen Meeren auftreten.

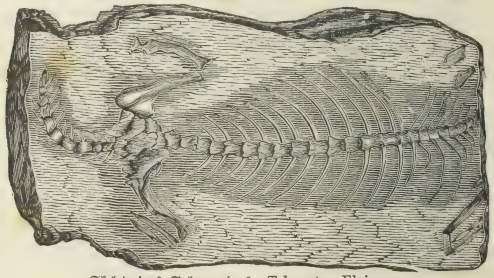
In derselben Formation, wenn schon an anderen Orten, nämlich in dem Eifelgebirge, findet man eine Gattung krebsartiger Thiere (d. h. der Urwelt, nicht unsere Krebse) von so sonderbarer Gestalt, daß es wohl der Mühe werth ist, sich davon eine Anschauung zu verschaffen.

Arges armatus.

Das Thier (der Arges armatus) hat einen runden, an der Stirn ungemein hochgewölbten Kopf, auf welchem es zwei lange Bockshörner trägt. Die Seiten des Kopfes pausbackenartig aufgetrieben, förmliche Kugeln bildend, ruhen auf einem halbkreisförmigen Rande oder Wulst, welcher nach hinten zu in lange Stacheln ausläuft; von demselben Wulst erheben sich zwei andere Stacheln oder Hörner, welche über den Rücken hinausragen; an diesen sechsfach gehörnten Kopf schließt sich ein gepanzerter Körper aus acht Gliedern bestehend, deren Panzerschilder alle in Stacheln nach unten und hinten gerichtet zulaufen und zwar so, daß jedes hintere Paar größer, länger und stärker ist als das vordere. Ein Schwanzschild, aus einem Stück bestehend, schließt sich daran, dasselbe ist ganz mit langen Stacheln besetzt und trägt auf der dem letzten Rumpfgliede zunächst stehenden erhabenen Stelle ein nach hinten gerichtetes Horn.

Das wunderbare Thier konnte sich der Hörner nicht zum Angriffe bedienen, muthmaßlich also sollten sie dasselbe nur gegen gar zu gefräßige Meeresbewohner schützen, wie die Stacheln den Igel.

Vor der Zeit der Steinkohlenbildung sehen wir nichts, was uns berechtigte, Wirbelthiere mit Ausnahme der auf der niedrigsten Stufe stehenden oben beschriebenen Fische, als existirend anzunehmen; allein im rothen Sandstein von England hat man neben einander laufende Fußspuren eines kleinen Thieres gefunden, welche von einem Reptil oder Amphibium herzurühren schienen; man hat auch kugelförmige Reste gefunden, welche man für Eier halten zu dürfen glaubt; endlich vor Kurzem fand man dort, bei Elgin, wirklich ein größtentheils noch erhaltenes Skelet eines Salamanders



Skelet eines Salamanders. Telerpeton Elginense.

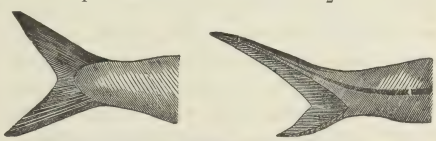
von ungefähr fünf Zoll Länge mit Rückenwirbelsäule, Rippen, Hüftknochen, Füßen und Schwanz, nur der Kopf fehlt. Allein jene Gebirgsart hielt man für älter, als sie in Wirklichkeit ist; sie gehört aber dem Buntsandstein derjenigen Formation, welche man Trias nennt und beträchtlich jünger ist als die Steinkohlenformation, und somit kennen wir vor der Steinkohlenzeit kein höheres Wirbelthier.

Ganz anders gestaltet es sich in der Zeit der Steinkohlenbildung. In den Sedimenten, welche dieser Periode angehören, finden sich außer allen früher angeführten Thieren, Korallen, Armfüßern, Kopffüßern, sämmtlich höher als bisher entwickelt, nun auch unzweifelhaft Fische, Amphibien und Insecten, es ist also Meer, Land und Luft bereits geschieden.

Die niederen Organismen sind eigentlich nicht viel anders vertreten als in den unteren Schichten, doch möchte man die in der Steinkohlenformation vorkommenden Thiere dieser Art besser ausgebildet, fertiger nennen.

Die höheren Organismen entwickelten sich auf der Stufe der Steinkohlenformation schon sehr viel weiter, weil, wie wir soeben sagten, Meer,

Land und Luft gesondert sind und Thiere nunmehr auftreten können, welche bis dahin unmöglich waren. Zu den ersten Fischen gesellen sich sofort andere von mehr den unseren ähnlicher Organisation, doch in einem Kennzeichen, wenigstens für den Naturforscher, von den jetzigen auffallend abweichend, was vielleicht der Laie in dieser Wissenschaft nicht finden wird, aber nichtsdestoweniger es doch im hohen Grade ist. Die Fische der jetzigen Epoche haben nämlich ein mächtiges Ruder, den Schwanz, mittelst dessen sie hauptsächlich ihre kräftige Vorwärtsbewegung ausführen, in der Art, deren sich die Matrosen zur Nachahmung dieser Fischbewegung bedienen, wenn sie ein Boot dadurch zu raschem Laufe treiben, daß ein Ruder, in einen Kerb des Steuers an die Stelle des Steuers gelegt, blos hin und her gedrückt wird, wie der Fischschwanz es macht. Dieses Ruder des Fisches ist zweitheilig, wie es jeder von uns kennt, und wie es die nachstehende Figur 1 zeigt. Die Rückenwirbelsäule des Fisches verläuft in der Mitte des fleischigen Theiles und hört mit einem breiten, plattgedrückten Stücke auf, das kein Wirbel mehr ist und dazu dient, daß die Strahlen der Flossen sich daran ansetzen, die nach oben und unten ganz gleich oder doch beinahe gleich sind.



Symmetrischer und nichtsymmetrischer Fischschwanz.

Ein Anderes ist es mit dem Schwanz der vorweltlichen Fische; dieser hat das Ansehen der Fig. 2; der Körper des Fisches hört nicht vor der Flosse auf, sondern er setzt sich längs derselben oberhalb fort, die Rückenwirbel werden zu Schwanzwirbeln und laufen bis an das Ende, und die Flosse setzt sich nun an der unteren Seite desselben an. Diese Construction des mächtigen Ruders haben in der Gegenwart nur die Haifische, die Störe und der an den Küsten von Südamerika lebende kleine Flußfisch, der sogenannte Knochenhecht, und sie scheint die unvollkommnere zu sein, was nicht eine bloße Behauptung ist, sondern was einen wirklichen Grund in der Beobachtung findet. Man hat Gelegenheit, die großen möglichst vollständig ausgebildeten Fische, z. B. die Lachse, in sehr verschiedenen Perioden ihres Lebens zu sehen; diese starken Thiere, mit einem wie gewöhnlich symmetrisch gebildeten Schwanz, haben doch in ihrer frühen Jugend, so lange sie noch nicht körperlich vollständig ausgebildet sind, ganz dieselbe Bauart des Schwanzes; erst nach und nach überwächst die Flosse ihn auch von oben her, und das Rückgrat tritt nun in die Mitte des Körpers und endet, bevor die Flosse anfängt.

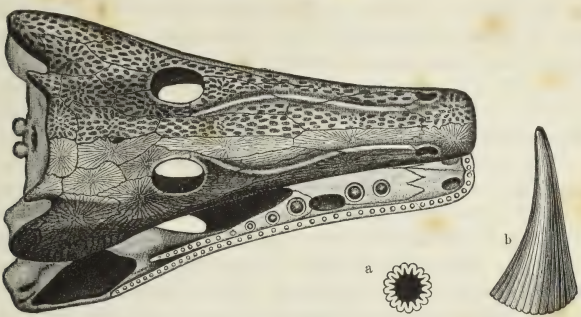
Aber nicht blos diese, sondern fast alle Fische, deren Entwickelungsgeschichte man kennt, zeigen im embryonalen Zustande die unsymmetrische Schwanzbildung; eine Thatsache, die uns am erklärlichsten scheint, wenn wir die Fische der Jetztzeit als Abkömmlinge jener Urfische betrachten. Wir haben schon früher auf eine analoge Erscheinung hingewiesen, und wir begegnen derselben in allen Klassen des Thierreichs. Man hat daher diese Erscheinungen zu einem Gesetze, dem biogenetischen Grundgesetze, zusammengefaßt, welches sich folgendermaßen aussprechen läßt:

Alle Thiere durchlaufen während ihrer embryonalen Entwickelung mehr oder weniger vollständig diejenigen Entwickelungszustände, welche ihre Vorfahren im Laufe der Zeiten auf bestimmten Entwickelungsstufen eingenommen haben, oder mit andern Worten, die embryonale Entwickelung des Individuums, die Ontogenie, ist eine kurze Wiederholung der Stammesentwickelung, der Phylogenie. Nach diesem Gesetze gestattet uns also die erstere einen Schluß auf die Abstammung des Thieres.

Ist nun jene unregelmäßige Gestalt des Schwanzes die der unausgebildeten Thiere der Embryonen, so haben wir ein Recht, diejenigen, welche auch erwachsen dieses Zeichen der Unvollkommenheit tragen, für Anfänge in der Gestaltung, für Embryonen der Gattung anzusehen. Haifisch und Stör der Gegenwart gehören dazu, denn sie sind nicht Fische in der vollendeten Gestalt, sie haben nicht fertig gebildete Knochen, sondern statt derselben nur Knorpel, daher auch ihr allgemeiner Name Knorpelfische. Neben der Schwanzbildung unterscheiden sich die älteren Fische von den späteren äußerlich vorzugsweise noch, wie erwähnt, durch die Mundstellung, während innerlich der wesentlichste Fortschritt in der Bildung eines Knochenskelets sich einleitet. Aber Knochenfische treten erst in der Juraformation auf.

Die Steinkohlenformationen haben uns auch die ersten Reste von Amphibien aufbewahrt, welche sich wahrscheinlich aus den Doppelathmern (Dipnoi) hervorgebildet haben. Dieselben gleichen in ihrem Aeußeren ganz den Fischen, haben aber neben Kiemen auch Lungen, so daß sie in der Luft athmen konnten. Zwar sind uns Reste derselben, nämlich fossile Zähne, erst aus der Trias erhalten, aber wir dürfen wohl annehmen, daß sie bereits in den Devonischen Meeren gelebt haben. Heute sind sie, soviel wir wissen, durch drei Gattungen vertreten, Ceratodus in Australien, Lepidosiren in Südamerika und Protopterus in Centralafrika; da ihr Skelet knorpelig ist, so waren ihre Ahnen zur Erhaltung nicht geeignet. Diese Fischfamilie nimmt eine so eigenthümliche Stellung ein, daß sie von den Zoologen bald zu den Fischen, bald zu den Amphibien gezählt werden. Wir betrachten sie als Uebergangsglieder zu den Amphibien, als deren Stammvater im engeren Sinne der Archegosaurus anzusehen ist, ein

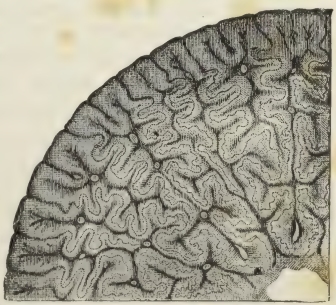
Thier von unbestimmten Formen, so daß in ihm Charaktere von Krokodilen, Eidechsen und Fröschen gemischt sind. Vielleicht ist die Froschnatur an



Kopf des Archegosaurus von oben gesehen. a Querdurchschnitt eines Fangzahnes. b Einzelner Fangzahn.

ihm am meisten ausgesprochen gewesen; es hatte jedoch eine Größe, gegen welche unsere jetzigen Frösche sich beschämt verstecken müssen; man hat Köpfe davon gefunden, welche über eine halbe Elle Länge haben, die Gerippe des Rumpfes verrathen im Ganzen, mit ausgestreckten Springfüßen, eine Länge von 7—10 Fuß; wenn er auch unschädlich sein sollte (was übrigens seine spitzen Zähne von $1^1/_2$ Zoll Länge zu widerlegen scheinen), wäre er doch jedenfalls ein unheimlicher Badegesellschafter.

Das Thier ist von der Erde verschwunden und hat keinen Repräsentanten, auch nicht in dem Bullfrosch, denn Frösche haben kaum bemerkbare und Kröten haben gar keine Zähne, dieses aber hat deren sehr starke; es gehört, nach ihnen klassificirt, zu den Wickelzähnern oder Labyrinthodonten, denjenigen, deren Zähne aus in mäandrischen Verschlingungen zusammengelegten Bändern von glasharter Zahnsubstanz bestehen.



Vergrößerter Durchschnitt eines Labyrinthodontzahnes (von Mastodonsaurus Jaegeri).

Die nebenstehende Zeichnung giebt einen Durchschnitt solchen Zahnes beträchtlich vergrößert; man sieht darin bei scheinbarer Unregelmäßigkeit eine ganz wunderbar geregelte Anordnung. Die feste Substanz des Zahnes geht ununterbrochen

in wulstigen Zusammenwickelungen um die ganze Fläche; mit diesem äußersten Wulst auf eine eigenthümliche Weise, und ihn nirgend unterbrechend, steht doch in genauem Zusammenhange die innere Zahnsubstanz, welche, in dreieckigen Kreisausschnitten zusammengelegt, von der Peripherie nach der Mitte geht, woselbst die Oeffnung für den Nerv befindlich. — Dürfte dieses Thier in einiger Art ein zweifelhaftes oder wenigstens ein zweifelhaft zu bestimmendes genannt werden, indem nicht mit solcher Gewißheit ausgesprochen ist, wie man wohl wünschen müßte, ob es eine eigentliche Amphibie sei, wodurch zugleich entschieden wäre, ob in jener Periode Land vorhanden gewesen, so geschieht dieses um so gewisser durch den höchst merkwürdigen Fund eines versteinerten Skorpions und versteinerter Reste von Käfern, welche man in den Lagern der Steinkohlenformation in Böhmen gefunden hat. Dieses sind nicht Wasser-, sondern Landthiere. Einer solchen Bestätigung hätte es übrigens kaum bedurft, wenn man bedenkt, daß unzweifelhaft Landpflanzen in großer Menge vorhanden gewesen, welche zu den Steinkohlen das Material hergaben.

Unmittelbar über der Formation, welche die Kohle umschließt, lagern Gesteine, welche man sonst zur Steinkohlenformation rechnete; es sind diese das rothe Todtliegende, der Kupferschiefer und der Zechstein, womit diese Formation nach oben hin abschließt; man hat diese Lager jetzt von der sie früher einschließenden Gruppe getrennt, und man nennt sie, weil sie besonders rein im russischen Gouvernement Perm auftreten, das Permische System. Die Trennung ist durch die Verschiedenheit der Lagerung von der vorigen Formation veranlaßt worden, und sie ist unzweifelhaft gerechtfertigt. Die Permische Formation ist übrigens auch dadurch ausgezeichnet, daß die ersten Reptilien in ihr auftreten, die Saurier oder Eidechsen. Proterosaurus ist eine im Kupferschiefer vorkommende Gattung.

Man glaubte früher, daß im paläozoischen Zeitalter, dessen letzter Abschnitt durch die Permische Formation repräsentirt ist, die Vertheilung der Flora und Fauna über dem ganzen Erdenrund eine völlig gleiche war, und schloß daraus auf ein völlig gleiches Klima. Zwar mag Letzteres an und für sich richtig sein. Denn z. B. die Flora der Steinkohlenformation verräth ein überall gleiches tropisches Klima, herrscht auch diese oder jene Species vor, so ist doch keine von der Zusammensetzung ausgeschlossen, welches beweist, daß jeder Punkt der Steinkohlenablagerung die Heimath aller dieser Pflanzen war, und daß sie in Südamerika nicht besser gediehen und mächtiger aufschossen als in Norddeutschland oder Schottland. Allein die Vertheilung der Organismen war, wie bereits angedeutet, schon zur Zeit, als sich die ältesten, Versteinerungen führenden Schichten, die silurischen und devonischen, ablagerten, eine ungleichmäßige,

und was die Steinkohlenformation betrifft, so haben nach einer Berechnung von Bronn die Pflanzen derselben von Europa und Nordamerika nur 2,7 Procent gemeinschaftliche Arten. Wir lassen es dahingestellt, ob man hieraus auf, wenn auch geringe, klimatische Unterschiede schließen darf. Diese aber mußten nach der Steinkohlenzeit vorhanden sein und allmählich größer werden, denn durch die immense Landvegetation derselben wurde die Atmosphäre von ihrem Wasserdampf und von ihrer Kohlensäure zum großen Theile befreit, ward demnach durchsichtiger und gestattete somit eine energischere Wirkung der Sonne auf den Erdkörper, der nun auch in der durchsichtigen Luft sich durch Strahlung gegen den Weltraum schneller abkühlen konnte, und dort, wo die Sonnenstrahlen immer nur schräg auffallen und halbjahrweise den Erdboden gar nicht treffen (in den Polargegenden), dieses am lebhaftesten und schnellsten thut.

Begreiflicher Weise hatte die ganze Erde auch damals noch eine ungemein hohe Temperatur und vermochte über ihre ganze Ausdehnung Geschöpfe der Thier- und Pflanzenwelt hervorzubringen, während die Vertheilung in späteren Perioden eine noch ungleichmäßigere wird, zum Theil sicherlich in Folge klimatischer Unterschiede und der Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winter.

Der Verfasser hat in dem ersten Theile seines Werkes: „Der Erdball", mehrmals auf die ungeheuren Temperaturdifferenzen der sogenannten extremen Klimate aufmerksam gemacht; er muß hier noch hinzufügen, daß an diesem gewaltigen Ausschreiten zwischen Wärme und Kälte der Sommer die wenigste Schuld trägt, vielmehr der Winter die großen Unterschiede bedingt. Die Südländer erstaunen, wenn sie hören, daß wir — wie sie denken — von der Natur so *stiefmütterlich* bedachte Barbaren des Nordens ihr Klima so gut ertragen können; der Italiener, welcher die weißen Gesichter der Deutschen sieht, steht in der Meinung, sie würden am nächsten Mittage zerschmelzen, und ist höchlichst verwundert, dieselben rüstiger und ausdauernder zu sehen, als er selbst ist, und wenn er eine solche Erfahrung öfter macht, so bildet er sich wohl allerlei phantastische Vorstellungen aus von ihrer Bärenhaftigkeit, welche sie gleichgültig macht gegen äußere Eindrücke, und weiß der Himmel, was sonst noch! Würde er einige Kenntniß von der Natur und ihrem Wirken haben, so müßte er wissen, daß seine Winter zwar sehr viel milder sind als die unsrigen, ein sonniger Sommertag von 18 Stunden in Berlin aber mehr Hitze entwickelt, als ein solcher von 13 Stunden in Neapel, auf welchen eine 11 Stunden lange, ziemlich kalte Nacht folgt, indessen in Norddeutschland nur eine laue Dämmerung von 6 Stunden den Sonnenaufgang vom Sonnenuntergang trennt.

Diese starke Sommerwärme, welche in Petersburg das Thermometer so hoch treibt als in Caracas, und welche im Winkel des Bothnischen Meerbusens bei Tornea tropische Pflanzen im Freien entwickelt, gestattet in Archangel am weißen Meere, in den Treibhäusern Ananas zu bauen; diese Wärme macht die bei uns gezogene Ananas zu einer viel lieblicheren Frucht, als sie es in ihrem Vaterlande ist, woselbst eine übermäßige Treibkraft sie holzig werden läßt, wie unsere zarten Gemüse ausarten, wenn sie einen zu üppigen Boden oder zu viel Wärme erhalten.

Der klimatische Unterschied liegt im Winter; wenn dieser in den Tropenländern + 30 Grad C., in den Polarländern aber — 50 Grad hat, so ist das ein Unterschied von 80 Graden; wenn aber eben hier die Sommerhitze auf + 30 Grad steigt, in den Tropenländern aber nur auf + 35 Grad, so beträgt der Unterschied nur 5 Grad.

Dieser Unterschied wird durch den Stand der Sonne hervorgebracht, die Temperatur des Winters durch eine halbjährige ununterbrochene Abwesenheit unter dem Horizont, die des Sommers durch ihr ebenso langes Wirken über demselben. Stellen wir uns nun aber eine Erdwärme von 30 Grad über dem Gefrierpunkt vor, die nicht von der Sonne bedingt, sondern das Resultat des noch nicht abgekühlten Erdinnern ist, so wird diese Wärme auch noch thätig sein, wenn die Sonne nicht scheint, und darin liegt die Lösung des Räthsels von der gleichen Vertheilung solcher Thiere und Pflanzen über die ganze Erdoberfläche, welche gegenwärtig nur auf die Tropen beschränkt ist.

Wenn nun aber die Polargegenden wirklich durch Ausstrahlung schon viel von ihrer Temperatur verloren haben und immer noch verlieren (bis auf die Gegenwart, wo dieses so ausgeglichen scheint, daß die Sonne den erlittenen Verlust ersetzt), so ist es höchst natürlich, daß nach und nach die tropischen Thier- und Pflanzengestalten aus den Polargegenden verschwinden und wir allmählich einige Unterschiede eintreten sehen, welche zwar noch nicht so grell sind, als die Gegenwart sie in dem Eisbären und dem nackten amerikanischen Hunde oder dem Wolf und dem Leoparden uns liefert, die aber doch dem aufmerksamen Forscher wahrnehmbar werden und sich durch längere Beobachtung als unzweifelhaft herausstellen.

Die Thiergattungen der bisher betrachteten **ältesten**, Versteinerungen führenden, **Formation** haben alle eine gewisse Einförmigkeit und gehören Geschlechtern an, welche mit wenigen Ausnahmen nur im Wasser leben; es sind Thiere von so niedriger Organisation, daß ihnen die Reinheit ihres Mediums ziemlich gleichgültig ist. Es giebt einige wenige Fische, welche

in Sümpfen wühlen und zum großen Theil darin leben, allein die meisten verlangen ein sauerstoffreiches, reines Wasser; es giebt sogar solche, die nur im reinsten, krystallhellen Wasser der Gebirgsbäche leben, wie die Forellen, und die sterben, sowie sie in gewöhnliches Flußwasser kommen. Von diesen Wasserthieren finden wir nur äußerst wenig in den ältesten Schichten; was daselbst vorkommt, sind Meerthiere, von denen unsere Erfahrung uns lehrt, daß sie in dem Meere nicht die reinsten, sondern die unreinsten Stellen suchen. Alle diese Thiere bedurften der gesunden, sauerstoffhaltigen Luft nicht, wie wir dieselbe jetzt athmen, und konnten auch bei einer Atmosphäre leben, die für Landthiere (Säugethiere und Vögel) jedenfalls tödtlich wäre, und mehrere derselben scheinen sogar die eigentlich schädlichen Gasarten ohne Unbequemlichkeit auch mit dem Wasser gemischt ertragen zu haben; so giebt es Schnecken und Ringelwürmer, welche nur unter Steinen leben, unter denen das Wasser mit Schwefelwasserstoff beinahe gesättigt ist; so sieht man in der Nähe mancher Schwefelquellen Schnecken ganz wohlgemuth sich aufhalten, fressen; ebenso können Würmer, Muscheln, Krebse in sumpfigen, sehr kohlensäurehaltigen Wassern, in Gegenden, wo sogar der tödtliche Phosphorwasserstoff neben dem gleichfalls höchst schädlichen Schwefelwasserstoff sich entwickelt, leben.

Alles dieses deutet auf eine sehr niedrige Organisation, deutet darauf, daß diese Thiere keineswegs auf die Luft und ihren Sauerstoffgehalt angewiesen sind, und wo wir in den Archiven der Erdschichten dergleichen Thiere finden, dürfen wir mit Recht schließen, daß die Beschaffenheit des Mediums, in welchem sie sich befanden, von dem, welches die Erde gegenwärtig umgiebt, bedeutend verschieden war, und dort, wo die höher organisirten Thiere auftreten, die Luft auch eine Beschaffenheit hatte, welche der jetzigen, wenn nicht gleich, so wenigstens sehr nahe stand.

Merkwürdig ist, daß alle höher organisirten Wesen leichter verletzlich sind als die niederen. Man sollte das Umgekehrte erwarten; man sollte glauben, es müsse eine geringere Verletzlichkeit zum Wesen des höheren Organismus gehören, allein es ist thatsächlich nicht so; niemand wird behaupten, der Geranium sei eine edlere Pflanze als eine Tanne oder eine Eiche; dennoch kann man die Eichen und Tannen nicht durch Ableger fortpflanzen, wohl aber einen Geranium und tausend andere ähnliche Pflanzen. Diese tragen in jedem ihrer Zweige die Bedingungen des Lebens gesammelt, vereint; mit einem Blatte ist dies schon nicht der Fall, daher kann man statt Zweig in der vorvorigen Zeile nicht setzen Theil, denn nicht jeder Theil der Pflanze ist für sich lebensfähig, selbst die Asclepia und die schöne großblättrige Ficus, welche beide man bekanntlich durch Blätter vermehren kann, fordern, so wie die Camelia, außer dem Blatte auch noch den

Blattstiel und das Auge, welches in dem Blattwinkel am Zweige oder Stamme saß.

So mit den Thieren niederer und höherer Ordnung. Die Natur hat bei ihrer ersten Schöpfung dafür gesorgt, Thiere zur Bevölkerung der Erde herbeizuschaffen, denen die stürmischen Revolutionen der noch nicht fertigen Kruste nicht so beschwerlich wurden. Noch jetzt haben wir Thiere von einer ganz entsetzlichen Lebensfähigkeit: eine Schnecke, über den feuchten Weg kriechend, wird von einem Wagenrade überfahren und halb oder unvollkommen durchschnitten. Das so zermalmte Thier hört nicht auf zu leben, es sondert nach und nach den gequetschten und zerstörten Theil vom gesund gebliebenen ab, die fürchterliche Wunde heilt in kurzer Zeit, und das Thier scheint gar nichts gelitten zu haben, wenn der Ergänzungsprozeß vorüber ist.

Ganz anders ist es mit den Thieren höherer Ordnung. Schon dem Krebs wächst an Stelle der ausgerissenen Scheere nur eine unvollkommene, niemals eine ausgebildete wieder, aber einem Fische wächst nicht die ausgerissene Floße, einem Hunde nicht der abgehauene Fuß nach, ja es heilt der zerschossene Flügel des Vogels nur bei sorgsamer Behandlung von Seiten des grausam-mitleidigen Menschen, der zuerst das arme Thier verwundet und es dann einsperrt, um seine Qualen zu verlängern.

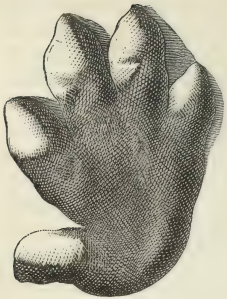
Bei den niederen Thieren wächst nicht nur der abgeschnittene Theil wieder nach, sondern jeder Theil hat ein selbstständiges Leben. Wenn man einen Regenwurm halbirt, so wächst dem hinteren Ende der Kopf und dem vorderen Ende der Schwanz, und gerade von dieser Art sind alle Geschöpfe der frühesten und allerdings auch noch der meisten folgenden Epochen; denn die Revolutionen, denen die Erde bei ihrer Ausbildung unterworfen war, forderten für ihre Bewohner eine biegsamere Natur, als in späteren Zeiten bei größerer Ruhe und bei minder stürmischen Bewegungen der Erdoberfläche nöthig war.

Zu dem Schlusse, daß die höher organisirten Thiere einer späteren, unserer Zeit näheren Formation angehören, berechtigt uns der Fundort ihrer Ueberreste: sie liegen auf den früher dagewesenen. Obschon wir diesen Gegenstand als hochwichtig näher in das Auge fassen und deshalb ihm einen besonderen Abschnitt widmen müssen, so scheint es jedoch hier am Orte, wenigstens anzudeuten, daß man ein Recht hat, die Schichten der Erdoberfläche für um so jünger zu halten, je näher sie an der Oberfläche liegen, umgekehrt aber eine jede Lagerung, welche sich tiefer befindet als eine andere über ihr ruhende, für älter anzusehen als diese letztere. Es kommen zwar Fälle vor, in denen Gesteinschichten sehr steil aufgerichtet, ja beinahe senkrecht stehen; niemals aber kann der Umstand eintreten, daß eine Schicht von großer Ausdehnung umgekehrt würde, wie man ein Buch

bald auf seinen Titel, bald auf sein Ende legen kann; niemals ist der Fall möglich, daß eine früher abgelagerte Masse dadurch über eine später erzeugte zu liegen käme. Würde thatsächlich durch die unerhörteste plutonische Revolution dergleichen geschehen, so würde die gehobene und umgekehrte Masse von zwei verschiedenen Sedimentgesteinen in Millionen Stücke zerbrechen, und alle würden unter einander liegen und dadurch anzeigen, daß sie für Bestimmung von Epochen, für Altersbestimmungen nicht geeignet sind. Man hat demnach Recht, die Lagerungsverhältnisse als maßgebend zu betrachten und diesen zufolge die höher gelegenen Schichten für die jüngeren zu halten, wie auch allgemein geschieht.

In den, dem jüngeren, **secundären Zeitalter** angehörigen Schichtungen, welche die Trias-, Jura- und Kreideformation umfassen, und welche man auch die Secundär-Formationen nennt, finden wir eine bei weitem ausgebildetere thierische Schöpfung. Es sind nicht blos alle Arten von Weichwürmern und Schalthieren, es sind nicht nur Fische in Menge vorhanden:

es finden sich unverkennbare Amphibien und Landbewohner, außer Insecten in dem äußersten Gliede dieser Formationen auch Spuren von Vögeln und Säugethieren. Die Spuren der letzteren bestehen in Zähnen, während



die in der Form einer Hand ganz ähnlich sehenden Fußspuren, welche Manche einem Säugethier zuschreiben wollten, wahrscheinlich einem Amphibium angehören, das man Chirotherium (Handthier) genannt hat, ein Froschsaurier. Die Figur auf voriger Seite ist eine Platte mit Fußabdrücken dieses Thieres und die nebenstehende der Abklatsch eines einzelnen Abdruckes.

Die Vögel haben ihr Dasein während dieser Periode gleichfalls durch Fußspuren verrathen, wie die folgende Figur zeigt. Die Vögel müssen Stelzenläufer gewesen sein, und die untenstehende Fußspur der größten Art, welche man kennt, Ornitichnites giganteus, läßt schließen, daß dieser Vogel weit größere Schritte machte als der Strauß.

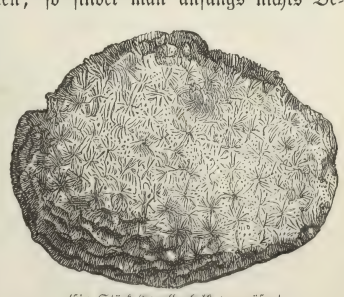
Trotz dieser bedeutend höheren Stufe der thierischen Schöpfung ist doch während des ganzen secundären Zeitalters unverkennbar das Land

Fußspuren von Vögeln.

viel ärmer als die See. Man findet Süßwassergeschöpfe in Menge, doch unverhältnißmäßig weniger als Meeresbewohner; man findet vierfüßige Thiere, welche sichtlich dazu ausgestattet sind, auf dem Boden zu gehen,

doch nur auf einem ebenen und weichen Boden; es giebt kein Thier mit Hufen, um auf hartem Boden zu laufen; es giebt keine Thiere mit gespaltenen Klauen, zum Klettern auf Bergen und Felsen geschickt; auch die Vögel sind, wie ihre langen Beine und ihre weiten Schritte zeigen, auf das ebene und Sumpfland angewiesen. Der nicht zurückzuweisende Schluß, der sich hieraus ziehen läßt, ist: zwar hat das Land an Umfang zugenommen, allein es ist noch immer nicht hoch über die Meeresfläche erhoben, es hat noch immer kein Gebirge, es ist noch nicht continental, sondern inselartig, seine höchst organisirten thierischen Schöpfungen können passend auch nicht anders als zwitterhaft bezeichnet werden, d. h. stehend zwischen Land und Wasser, amphibienartig.

Diejenigen kleinen zarten Thiere, an denen die frühere Schöpfung reich war, die Korallen, fehlen in dem untersten Gliede der genannten Formationen, in der Trias, fast ganz. (Bunter Sandstein, Muschelkalk, Keuper, diese drei Schichten zusammen, welche im westlichen und nördlichen Deutschland immer mit einander vorkommen, so daß bunter Sandstein die unterste, Muschelkalk die mittlere, Keupersand oder Kalkstein die oberste bildet, wurden von einem bekannten Geologen, Alberti, zuerst so genannt, und diese Benennung „Trias" hat sich als sehr passend vollständig eingebürgert.) Desto häufiger kommen sie in späteren Lagern vor, so daß sie z. B. im Jura und all den Kalkmassen, welche dieser Formation angehören, ganze Gebirge bilden. Diese wunderbar kleinen und doch so mächtigen Thiere führten in dieser Zeit jene Dämme auf, welche wir jetzt die Gebirge in der Form von Korallenkalk umlagern sehen. Betrachtet man einen Block von dem Kalke, den sie durch ihre zarten, durchsichtigen Körperchen dem Meere abgewannen, so findet man anfangs nichts Besonderes daran, es scheint grobkörniger Kalkstein und nichts weiter. Nimmt man aber eine Lupe, ein convexes Glas, welches nur zwei- oder dreimal vergrößert, vor das Auge, so sieht man mit Erstaunen die ganze Bruchfläche des Steines mit feinen, regelmäßigen Zeichnungen bedeckt, welche bei derselben Gesteingattung immer wiederkehren, so daß man nach diesen Zeichnungen sich das Thier ungefähr denken kann und die Korallen nach demselben benannt hat; die vorstehende Figur gehört derjenigen an, welche man Prionastraea



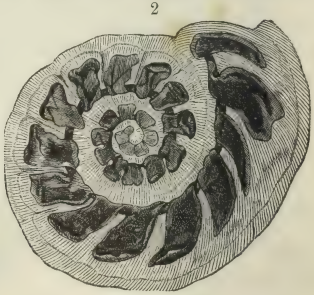
Ein Stück Korallenkalk, vergrößert.

oblonga nennt, und die sternartigen Zellen, deren jede durch ein Thier bewohnt war, sind in ihrer natürlichen Größe gegeben, also ohne Lupe, durch das bloße Auge zu erkennen. Die nachstehende Zeichnung giebt, bedeutend vergrößert, einige Zellen derselben Koralle; jedes Sternchen ist der Wohnsitz, das Haus eines Thieres, welches in Gemeinschaft mit seinen Brüdern die Hälfte aller unserer Gebirge, so weit sie nicht Urgebirge sind, aufgebaut hat. Ein Zweig von Korallenmasse, wie er sich mitunter aus einem Stücke der Gebirgsart hinausspalten, bröckeln oder auf sonst eine Weise lösen läßt, hat das Ansehen von der Figur auf Seite 153, begreiflich (da der erste Anblick zeigt, daß hier eine vollkommen baumartige Form waltet) nicht gerade wie jener eine Zweigabschnitt nach einem vorliegenden Korallentrümmer gezeichnet, sondern wie jeder andere beliebige Zweig, nur mit dem Unterschiede von dem eines Baumes, daß er nicht von Holz, sondern von Stein ist, und daß seine Rinde über und über aus an einander gereihten Sternchen besteht.

Ein Korallensternchen, 200 Mal vergrößert.

Das Fehlen der Korallen in dem früheren, unter dem Jura liegenden Gestein ist um so auffallender, als viele andere mit diesen Geschöpfen verwandte Thiere vorkommen; höchst interessant aber ist es, von den andern die vollkommneren Gattungen zu verfolgen. So giebt es in den untersten Schichten der secundären Formation bereits ungemein schön entwickelte

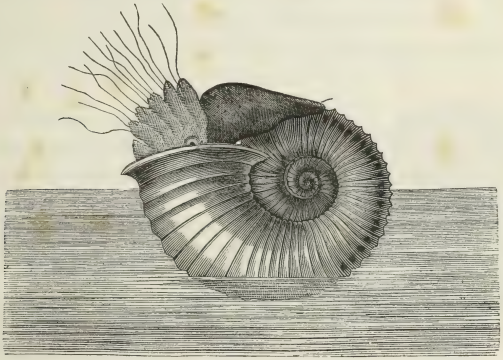
1 Megasiphonia Ziczac.



2 Ammonites lautus.

Muscheln und Schnecken, dazu gehören die prächtigen Ammoniten von sehr verschiedener Größe mit ungemein schönen Zeichnungen auf der Außenfläche, mit Kammern, welche nicht gerade oder hohle Flächen bilden, sondern

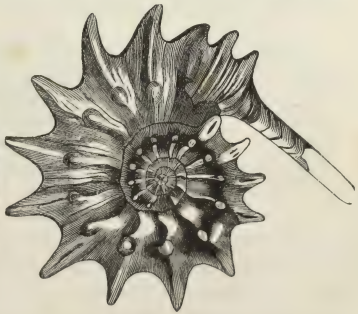
eigenthümlich bunt ausgeschnitten, erhaben und vertieft sind, so daß man glauben sollte, das Thier hätte ein ziemlich unbequemes Lager gehabt, wie wir aus der vorstehenden Zeichnung von Megasiphonia Ziczac (Figur 1) und von Ammonites lautus (Figur 2) ersehen, in denen, als durchsichtig angenommen, die zackigen Querlinien sowohl die Lage als auch die eigenthümliche Gestaltung der Scheidewände, wodurch die Ammoniten den Namen



Ammonit, restaurirt.

Kammerschnecken erhalten, zeigen. Man hat versucht, ein Bild von dem lebenden Thiere zu geben, und Figuier in seinem Werke: „La Terre avant le déluge“ ging keck daran, dasselbe zu zeichnen, wie wir es in der vorstehenden Figur vor uns sehen; nur hat er dabei nicht beachtet, daß die Schale dem Thiere nicht als Nachen, sondern wie uns ein naher Ver-

Ammonites varians.



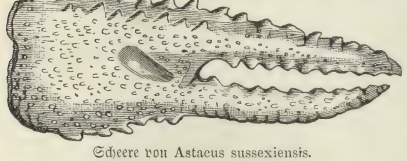
Ammonites Jason.

wandter desselben, der Nautilus, belehrt, als Schwimmapparat dient, sie liegt im Wasser nicht unter, sondern das Thier liegt im Wasser und die leere Schale über demselben, oben und an der Oberfläche des Meeres erhalten. Sobald dieselbe sich so weit in den vordersten offenen Raum zurückzieht, sein ausgebreiteter Körper also nicht mehr von dem Wasser getragen wird, erhält die steinige Schale das Uebergewicht und sinkt unter.

Die äußerste Form ist verschieden, manchmal von großer Schönheit, wie z. B. bei Ammonites varians, welche dem Papiernautilus sehr ähnlich ist, oder dem ganz wunderbar gestalteten Ammonites Jason (beide auf voriger Seite) aus dem Oxfordkalk. Von einer großen Schönheit ist auch der Ammonites bifrons, welchen die nebenstehende Zeichnung liefert. Die Windungen sind sehr regelmäßig; wir sehen, daß die zahlreichen Rippen sichelförmig gekrümmt sind, und daß die Mündung scharf und zackig ausgeschnitten ist. Die Ansicht von vorne zeigt uns, daß die Schneckenwindung sich nach keiner Seite erhebt, sondern daß sie, wie bei allen Ammoniten, ganz flach verläuft. Die Versteinerungen finden sich durch die ganze Juraformation bis in die Kreide hinein.

Ammonites bifrons.

Ferner kommen die Krebse vor, deren einfachst gebildete Repräsentanten (siehe Seite 175) hier in der secundären Formation ganz verschwunden sind, wofür aber viel höher organisirte auftreten, welche schon stark gegliederte und vorgestreckte Fühler, Füße mit feinen Scheeren an den Enden und überdies zwei starke Fangscheeren haben. In der Scheere des Astacus sussexiensis (siehe die nebenstehende Figur) findet man sofort die Unterschiede der Bildung früherer und jetziger Krebse heraus; die schärferen Zacken verrathen eine größere Wehrhaftigkeit, welche wohl nöthig sein mochte, da die Meere von gefräßigen Ungeheuern wimmelten.



Scheere von Astacus sussexiensis.

Unter den Fischen treten die Haie hier besonders auf, und man findet versteinert nicht blos ihre Zähne, sondern auch manche Theile, Flossen, Rückenstacheln und Aehnliches, woraus sich auf ihre bedeutende Größe,

so wie aus der Menge auf ihre Zahl schließen läßt. Eine Art Fische, durch ein wunderbares Gebiß ausgezeichnet, scheint besonders der Ueberfülle der Muscheln und der Schnecken Einhalt gethan zu haben; denn nicht sowohl die Schneidezähne oder die Fangzähne sind gefährlich, als vielmehr der Gaumen förmlich mit Steinen gepflastert gewesen ist, so daß es ihnen leicht gewesen sein muß, die härtesten Muscheln zu zermalmen, als wären es Haselnüsse. Ein wunderschönes Exemplar eines Kopfes dieses Thieres befand sich im Privatbesitz des Prof. Braun in Bayreuth; es sehen die Mahlzähne, die den ganzen Gaumen bekleiden, aus wie die flachen schwarzen Feuersteine, welche in den Gegenden der Kreideformation den Meeresstrand bedecken.

Einige wunderbare Thiere dieser Epoche gehören der Eidechsenfamilie an, wiewohl sie sich durch Besonderheiten mancher Art so sehr auszeichnen, daß wir nur in der äußern Form — ja bei einigen auch nicht einmal in dieser — lebende Repräsentanten haben, welche ihnen ähnlich genannt werden könnten; der Verfasser meint die Fischeidechse (Ichthyosaurus) und die Nachbareidechse (Plesiosaurus), so benannt, weil sie in der Nachbarschaft jener ersten Eidechse häufig vorkommt; sie sollte lieber die Schwaneneidechse heißen, denn auf dem Wasser schwimmend muß dieses Thier, vermöge seines langen biegsamen Halses und seines ziemlich gewölbten Rückens der Form des Schwanes sehr ähnlich gewesen sein, allerdings aber von so furchtbarer Größe, daß die Gegenwart selbst in den großen Nil- und Ganges-Krokodilen kaum Derartiges aufzuweisen hat.

Plesiosaurus dolichodeirus.

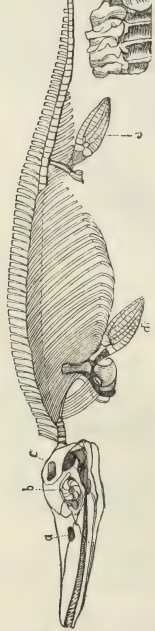
Ichthyosaurus communis.

In der vorstehenden Abbildung ist der Versuch gemacht, die beiden Thiere, auf die wir alsbald noch zurückkommen, aus ihren aufgefundenen Knochengerüsten zu restauriren.

Die Ausbildung der Reptilien war bei weitem mannichfaltiger, als

man sie jetzt sieht, und es scheint, wie Burmeister sich etwas anthropomorphistisch ausdrückt, der Natur daran gelegen gewesen zu sein, ihre besser organisirten Geschöpfe in recht vielen Unterabtheilungen, in recht mannichfaltigen Gestalten durchzuarbeiten, wie dieses auch noch in den späteren und letzten Formationen wahrgenommen wird, bei den Säugethieren nämlich.

Sobald diese edelste und vollkommenste Gestaltung erscheint, treten die anderen minder vollkommenen Thierformen in den Hintergrund; wir haben unter den lebenden viel mehr auffallend verschiedene Gattungen bei den Säugethieren als bei den Amphibien, bei den Vögeln als bei den Fischen, bei den Insecten als bei den Weichwürmern. So war es in der Vorwelt auch, wo die Reptilien die vollkommensten Thiere waren und in einer viel größeren Mannichfaltigkeit gefunden wurden als die Fische.



Ichthyosaurus.

Der Ichthyosaurus, welcher sich in der Juraformation sehr häufig, ganz besonders schön und vollständig erhalten, in ganz ausgewachsenen Exemplaren in England findet, hat eine Länge von 15 bis 20 Fuß. (Es gab aber auch Arten bis zu 40 Fuß Länge.) Der Schädel nimmt ziemlich ein Fünftel des ganzen Körpers ein und mißt zwischen 3 bis 4 Fuß. Er ist flach und spitz gebaut, erst kurz vor den Augenhöhlen befindet sich das spaltenförmige Nasenloch a; beide Kiefer sind ausgehöhlt und tragen in einer langen Rinne kegelförmige, gebogene, äußerst spitze Zähne, bis zu 150 an der Zahl. Diese Zähne haben eine cylindrische Wurzel, mit welcher sie in der Zahnhöhle stecken, die unterhalb der alten neue Zähne bildet, wenn das Thier, welches ungeheuer gefräßig gewesen zu sein scheint, die alten abgenutzt hat; der neue Zahn stößt dann den alten aus, wie bei dem Menschen; es scheint jedoch, als habe sich dieser Nachwuchs nicht blos einmal, sondern öfter wiederholt.

Dort, wo in der oberen Kinnlade die Zähne aufhören, zeigt sich die große Augenhöhle, welche 6 bis 8 Zoll Durchmesser hatte. Abgesehen von der im Ganzen schrecklichen Gestalt dieses Thieres, muß ein Auge von der Größe eines Hutkopfes, eines Suppentellers, demselben ein ganz entsetzliches Ansehen gegeben haben.

In der schwarzen Augenhöhle ruht ein knöcherner Ring, aus 13 bis 17 Platten zusammengesetzt, welcher in dem Weißen des Augapfels lag und demselben wahrscheinlich zu einer, seiner Größe wegen nöthigen Stütze diente; in der Mitte gestattete die Durchbohrung des Ringes dem Lichte den Eingang. Diese Bildung des Auges findet sich bei den Vögeln der Gegenwart, und auch die Walfische haben diesen Ring bei ihrem verhältnißmäßig kleinen Auge; doch ist er bei diesen letzteren nur einfach, nicht aus vielen Platten zusammengesetzt.

Der ungeheure und schwere Kopf bedurfte einer mächtigen Stütze, wenn er getragen werden sollte; dazu dient ein kurzer, dicker Hals, dessen wenige Wirbelknochen so in die Masse des Kopfes hineinragen, daß der Unterkiefer schon ganz frei vor ihnen heraustritt. Die starken, dornförmigen Fortsätze, welche den Grat des Rückens bilden, steigen vom Kopf an bis zur Mitte des Rückens immer größer werdend, und bilden die Stütze der längs derselben und zwischen ihnen und den Rippen gelagerten Muskelstränge, offenbar von Fußdicke. Die Wirbel selbst sind ziemlich kreisrund und flach, mit Vertiefungen für die Verbindungsknorpel zwischen je zweien, sehen aus wie kolossale Damenbrettsteine und haben nicht selten eine Viertelelle Durchmesser.

Eine besondere Merkwürdigkeit bekommt dieses Thier noch durch seine Ruderfüße, welche auffallend an die des Walfisches erinnern, nur mehr Glieder oder Finger haben, sonst aber vollständig wie diese, oder wie die Hand des Menschen ohne den Daumen, aus einer Menge hinter einander liegender Fingerknochen, durch Sehnen, Muskeln und Knorpel mit einander verbunden, bestehen. Sie waren bei weitem geschickter zum Schwimmen als zum Gehen, scheinen jedoch auch hierzu angewendet worden zu sein.

Zu den vielen wunderbaren Eigenheiten dieser Thiere gehört auch die, daß die vier Hände oder Flossen gepanzert waren, wie ein eiserner Ritterhandschuh, indeß der übrige Körper eines solchen Schutzes gänzlich entbehrte, nackt war.

Die Form der Wirbel des Rückgrates mit ihren hohen Gelenkflächen und die große Zahl derselben läßt auf eine sehr bedeutende Beweglichkeit des Thieres schließen, durch welche es ihm bei seinem anscheinend schwerfälligen Körperbau leicht werden mußte, seine Beute zu verfolgen. Die kurzen Ruderfüße scheinen hierzu allerdings nicht sehr geeignet, allein aus dem Bau der Schwanzwirbel und ihrem Vergleich mit denen der langgestreckten Fische ergiebt sich (wie R. Owen, ein scharfsinniger englischer Anatom, nachgewiesen hat), daß derselbe mit einer starken und breiten, wahrscheinlich zweiseitigen Flosse versehen war, welche aufrecht stand, wie bei allen unsern Fischen (daher Fischeidechse), nicht flach oder horizontal

lag, wie bei den Walfischen. Mit einem so ausgestatteten mächtigen Ruder war das im Ganzen schlank gebaute Unthier jedenfalls im Stande, seiner Beute auf das Schnellste zu folgen.

Höchst interessant ist es zu sehen, bis zu welchem Grade der Vollständigkeit die Kenntniß von den urweltlichen Thieren gediehen ist durch den Scharfsinn, mit welchem geistreiche Männer die vergleichende Anatomie ausgebildet haben, eine Wissenschaft, welche in ihrer jetzigen vollendeten Gestalt als eine ganz neue betrachtet werden muß. Man weiß z. B., was die Ichthyosauren gefressen, was für Thiere sie zu sich genommen haben, und man weiß, wie der Darmkanal beschaffen war, mit dem ihre Verdauungswerkzeuge schlossen. Es haben sich nämlich die Kothballen vieler Thiere (Koprolithen, Kothsteine) mit den Thierkörpern, denen sie ehemals angehörten, in vollkommen versteinertem Zustande erhalten. Eine Untersuchung solcher Steine zeigte bei den Fischeidechsen sehr deutlich und unverkennbar Fischschuppen, Zähne u. dgl. als dasjenige, was unverdaulich von dem Thiere ausgestoßen wurde. Durch die Gestalt der Schuppen hat man sogar die Gattungen der gefressenen Fische zu bestimmen gewußt, welches zwar sehr schwer scheint, jedoch bei so großer Kenntniß der Einzelnheiten, wie rechte Kenner der vergleichenden Anatomie sie haben, wirklich möglich ist, indem verschiedene Fischgattungen verschieden gestaltete, gezeichnete, gerippte Schuppen haben, so gut wie die Haare und die Federn der Säugethiere und Vögel von einander verschieden sind und wohl Niemand die Mähne des Pferdes mit der des Büffels oder des Löwen, das Haar des Hasen mit dem des Schafes oder die Feder einer Gans mit der eines Haushahns verwechseln wird.

Auf diesem Wege hat man sogar gefunden, daß der Ichthyosaurus seinesgleichen zu sich genommen habe, ein so gefräßiges Raubthier war, daß er schwächere Thiere der eigenen Gattung verzehrte.

Noch eine andere Thatsache entwickelt der Naturforscher aus ihren Ueberbleibseln. Da sich keine Bedeckung, wie Hornplatten oder Schilder und dergleichen, findet, schließt man mit Recht, daß die Ichthyosauren nicht gepanzert waren, wie die Krokodile, außer an ihren Händen und Flossen; denn alle weichen Theile verwesten, Knochen oder Hornplatten hätten aber Widerstand geleistet.

Fand dieses Verwesen nun schon mit der vielleicht sehr derben Haut der Ichthyosauren statt, so war solches gewiß noch mehr mit den Eingeweiden der Fall — davon kann man also nichts wissen — und dennoch! Die Bauchhöhle, wo die Eingeweide liegen, ist sehr klein; bedenkt man, daß dieselbe auch Herz, Leber, Lungen und Magen des unersättlichen Ungeheuers enthielt, so bleibt für den Darmkanal äußerst wenig Raum übrig;

diesen Schluß kann die vergleichende Anatomie mit vollem Rechte machen. Wenn nun die Bauchhöhle gegen die hinteren Gliedmaßen und den Schwanz hin in einen geraden Kanal ausläuft, so wird sie weiter lehren, daß wahrscheinlich der Hauptdarm ziemlich gerade und cylindrisch verlief. Nun sind aber die Excremente dieser Thiere, die versteinerten Kothballen, spiralförmig wie Schneckengehäuse gewunden; dies bedingt einen eigenthümlichen Bau des Darmkanals. Der Raum, in welchem eine Wendeltreppe steckt, ist cylindrisch, die Treppe selbst aber läuft in diesem Cylinder vollständig wie eine Spirale, wie eine Springfeder. So der Darmkanal der Saurier, und deswegen sind die Excremente gewunden und schneckenförmig; sie nehmen die Gestalt der letzten Windungen des Kanals an, in welchem sie sich schon in ziemlich hartem Zustande befinden, weil in dem früheren Verlauf ihnen durch die einsaugenden Gefäße des Kanals die Flüssigkeiten zum größten Theil entzogen worden sind.

Was wir auf der vorigen und dieser Seite gelesen haben, wichtige Aufschlüsse über den Bau des Innern dieser Riesen der Urwelt und über ihre Lebensweise, hat die vergleichende Anatomie aus etwas scheinbar so Unwesentlichem und Verächtlichem, als die Excremente sind, zu ermitteln gewußt, und wir sehen hieraus, welch hohen Standpunkt für die urweltliche Erdkunde diese Wissenschaft einnimmt.

Ein anderes Beispiel wollen wir noch zu ihren Gunsten anführen, und wir dürfen es um so eher, als die Thiere, von denen gehandelt werden soll, gerade der Periode angehören, in deren Betrachtung wir begriffen sind.

Noch kühner — und doch ohne Fehl — sind die Schlüsse der Geologen über die Existenz von Thieren, von denen man nur die Fußspuren sieht. Man findet an mehreren Orten die Fährten von Thieren, welche einst — vor tausendmal tausend Jahren — über den Boden des Fundortes hinweggegangen sind. Die Spuren sind in weichen, ebenen Thonboden eingedrückt, waren also vertieft; der Boden trocknete und zerklüftete, riß nach sehr verschiedenen Richtungen auf. Spätere Revolutionen der Erde führten über diesen getrockneten Thonboden Sandmassen hinweg, welche mit etwas wenigem Thon oder Kalk, der ihnen als Bindemittel diente, darauf liegen blieben und zu Sandstein verhärteten.

Jetzt, da wir den Schooß der Berge aufschließen, um aus ihnen unsere Metalle, unser Brennmaterial, unsere Bausteine zu holen, kommt man auch auf diese Sandsteinschichten und hebt sie als Quadern oder Platten auf. Da sind denn z. B. bei Heßberg, unfern Hildburghausen, solche Platten gefunden, welche auf ihrer unteren Seite reliefartig erhabene Fußspuren zeigen, die eigentlichen, in Sandstein nachgebildeten Füße, deren

Formen sich in weichem Thon abgedrückt hatten. Wir haben schon am Anfang dieses Buches und auf S. 187 f. einige solcher Fußspuren gezeigt; wir wollen hier darauf zurückweisen, um zu besprechen, was Alles die vergleichende Anatomie über diese Thiere, denen sie angehörten, herausbekommen hat.

Die Abdrücke, welche dort vorliegen, gehörten einem Thiere an, das vier Hände hatte, und welches man deshalb, wie an letzterer Stelle bereits erwähnt wurde, Chirotherium genannt hat. Das Thier hatte sehr ungleiche Extremitäten: die größeren hinteren Hände entsprachen einer recht breit und plump gegliederten großen Manneshand; die Finger waren jedoch kürzer und dicker, als man sie an einer solchen zu sehen bekommen dürfte; die Länge der Hand beträgt 8 bis 9 Zoll, die kleine Vorderhand ist kaum halb so lang.

Bekanntlich steht der Daumen oder die große Zehe jedes Thieres nach der *inneren* Seite des Körpers gerichtet, der kleine Finger zeigt nach außen. Wenn der Mensch auf Händen und Füße ginge, so würden die Daumen und großen Zehen immer nach innen gerichtet sein.

Vergleicht man hiermit die im Eingange dieses Werkes mitgetheilte Abbildung, so nimmt man das Entgegengesetzte wahr: die Daumen sind nicht nach innen, sondern deutlich nach *außen* gerichtet. Ein sehr gelehrter Mann in Stuttgart äußerte hierbei, man sehe doch, wohin eingebildetes Wissen die Gelehrten führe, was für verkehrte Schlüsse sie machten; die hier gezeichneten Spuren seien ja der Abklatsch der eigentlichen Fährte, was also natürlicher, als daß diese sich umgekehrt zeigen? wie auch ein Kupferstich oder eine zum Druck vorbereitete Columne von Lettern verkehrt sei, so daß rechts stehe, was beim Druck links, der Anfang der Zeile am Ende und umgekehrt.

Das hat etwas für sich, allein allerdings nicht viel; denn falls man das Blatt, auf welchem die Fußspuren gezeichnet, verkehrt gegen das Licht hält, so bekommt man die Ansicht, als ob man nicht die erhabenen Abdrücke der Spuren, sondern die vertieften Eindrücke selbst sähe, und dann ist es ebenso unzweifelhaft, daß die eingedrückten Daumen nach außen zeigen, wie bei der Spur des Menschen sie nach *innen* weisen, man möge das Blatt von der rechten oder von der linken Seite betrachten; die Bemerkung des großen Forschers zerfällt mithin in Nichts.

Durch die Fußspuren des Chirotheriums wird also die vergleichende Anatomie allerdings zu Schlüssen berechtigt sein, welche nicht wie Seifenblasen zerplatzen, und diese sind: das Thier schritt ähnlich dem Pferde, mit den Füßen sehr nahe unter der Mittellinie des Leibes, die Fährten liegen fast in gerader Linie; allein es hatte einen so schwankenden Gang, daß, um das Fallen zu verhindern, es den rechten Fuß links über die Mittellinie setzte, und den linken nach rechts, wodurch eben die innere große Zehe

oder der Daumen nach außen zu stehen kommt. Eine andere Erklärung läßt sich aus den vorliegenden Aehnlichkeiten im Thierreich nicht geben, denn es existirt kein Thier, dessen letzte vom Körper am weitesten auswärts stehende Zehe nicht die kleinste wäre; es existirt keins, bei dem an derjenigen Stelle, an welcher unser kleiner Finger sitzt, sich ein Daumen befände, wohl aber würden die Spuren eines Menschen mit zwei Klumpfüßen den urweltlichen Thierfährten entsprechen; denn solche Unglückliche setzen die Füße auffallend einwärts und schreiten immer mit einem Fuße über den andern hinweg.

Aus der Verschiedenheit in der Größe der Hände hat man schließen wollen, daß diese Thiere den Springhasen oder den Känguruhs ähnlich gewesen; diese aber schreiten nicht, sondern sie springen lediglich auf den Hinterfüßen, benutzen die vorderen Gliedmaßen nur zum Fassen ihrer

Chirotherium.

Nahrung und kommen damit nur auf den Boden insofern, als sie sich, nach dem Sprunge fallend, damit stützen. Anders ist es mit den Fröschen; ihre handartigen Extremitäten sind von verschiedener Größe, und einige, wie die Kröten etwa, haben keine Schwimmhäute und springen auch nicht immer, sondern gehen, und dann allerdings so, wie in diesem Buche beschrieben worden. Froschartige Amphibien müssen also diese Thiere gewesen sein, nicht Riesensalamander, die man gerne daraus gemacht hätte; denn diese würden die Spuren ihres schleppenden Schwanzes in dem

weichen Thon, über welchen sie hingeschritten, zurückgelassen haben. Man hat versucht, dieses Thier zu zeichnen, und die vorstehende Figur giebt eine Ansicht des Riesenfrosches.

Wenn es damals schon Liebhaber von Froschkeulen gegeben hätte, so würden sie sich an diesen sehr delectirt haben. Es wäre vielleicht ein Paar genug gewesen für 40 Gourmands.

Daß die Thiere Raubthiere gewesen seien, läßt sich auch noch aus den Fußspuren selbst herleiten, denn ihre Füße, mit Ausnahme des Daumens, waren mit mächtigen Krallen bewaffnet; man findet Bruchstücke des Abdruckes von diesen Krallen in den Sandsteinplatten oft sehr deutlich und unverkennbar, noch sichtbarer aber sind die Eindrücke auf der zähen Thonlage, in denen die Sandsteinkrallen meistens abgebrochen und stecken geblieben sind.

Kehren wir von diesen Spuren und Fährten urweltlicher Thiere zurück zu ihnen selbst, so haben wir über die Fischeidechse noch eine höchst merkwürdige Thatsache zu berichten. Man hat sogar entdeckt, ob dieses Thier Eier gelegt oder lebendige Junge geboren habe. Es scheint dieses fast unglaublich, und doch ist es so, und zwar nicht, wie vorher die Form des Darmkanals (welche sich übrigens bei manchen Haifischen wiederholt), durch Schlüsse ermittelt, sondern es ist die Sache durch einen wirklichen Befund dargethan.

Chaining Pearce hat in dem Lias-Thonschiefer von Somersetshire den versteinerten Körper eines Ichthyosaurus gefunden und zwar in einer ganz natürlichen Lage, mit den Füßen nach unten auf dem Bauche ruhend; so ist das Thier, durch irgend eine gewaltsame Katastrophe überrascht, mit Sand bedeckt, und dieser ist versteinert mit dem, was unter ihm begraben lag, so weit es der Versteinerung fähig, der Verwesung nicht ausgesetzt war. Bei der Auffindung war man bemüht, dasselbe mit möglichster Sorgfalt zu erhalten, und es wurde demnach der ganze Block erhoben und umgekehrt, so daß man zu denjenigen Theilen gelangen konnte, welche ursprünglich in weichen Thon versunken und dann mit dem Sedimentgestein von oben her bedeckt wurden.

Bei Entfernung des verhärteten Thones entblößte man die ganze untere Seite des Ungeheuers; dieselbe war vollkommen wohl erhalten, wie das Eindrücken in den Thon vermuthen ließ; die weichen Theile existirten natürlich nicht mehr, das Knochengerüst war aber um so schöner und vollständiger, und während, um von oben zu dem versteinerten Thiere zu gelangen, man den Sandstein mit dem Meißel wegsprengen mußte, brauchte man von unten her nur den mäßig harten Teig fortzukratzen, welcher in das Gerippe eingedrungen war.

Bei dieser Arbeit sah der Finder mit Staunen, daß sich in der Beckenhöhle des Ichthyosaurus ein Miniaturbild desselben befand. Das etwas verschobene kleine Thier lag gestreckt der Länge nach in der Beckenhöhle, mit dem Kopfe nach dem Schwanz des großen Thieres; es wurde von den Beckenknochen des Mutterthieres halb eingeschlossen und ruhte, als ob es im Augenblick der Geburt mit seiner Mutter zugleich getödtet worden wäre, halb inner-, halb außerhalb des Leibes des alten Ichthyosaurus.

Der Umstand, daß man einen fossilen Embryo innerhalb des Leibes seiner versteinerten Mutter antrifft, ist sonderbar und so einzig in seiner Art, daß man gewiß denselben, bevor man ihn als richtig gelten läßt, von allen möglichen Seiten betrachtet; allein hier blieb über die Richtigkeit der Annahme kein Zweifel übrig. Dr. Buckland und Dr. Oven, denen der merkwürdige Fund gezeigt wurde, sind auch über die Natur desselben vollkommen einverstanden; nächst dem beweist das Lebendiggebären auch nur erst recht die Fischeidechsennatur. Es haben die Haie einen ähnlichen Darmkanal, wendeltreppenartig gewunden; es gebären dieselben lebendige Junge, gerade wie mehrere Schlangen, die Vipern (davon der Name viviparae, lebendiggebärende, im Gegensatz zu oviparae, Eier gebärende) und wie die schwarzen und gelben Salamander und andere Reptilien mehr.

Ist der Ichthyosaurus schon ein merkwürdiges Thier, so ist es der Plesiosaurus (siehe die Figuren auf Seite 193 und 203) beinahe noch mehr. Es ist eine Eidechse mit einem Schwanenhalse, etwas, das gegenwärtig in der Natur gar nicht vorkommt. Pferd und Reh oder Hirsch haben ziemlich schlanke Hälse, aber selbst der Hals der Giraffe übertrifft die Körperlänge nicht; viel weiter geht es bei den Vögeln, unter denen der Strauß, der Schwan, vor allen aber die Sumpfvögel, der Reiher, der Storch, der Flamingo sehr lange Hälse haben. Daß aber ein Reptil, eine Eidechse oder gar ein schildkrötenartiges Thier (wofür Manche den Plesiosaurus zu halten geneigt sind) einen Hals hätte, welcher die Rumpflänge beinahe um das Doppelte überträfe, ist nicht erhört, und doch ist es dagewesen, und hat sich die Natur darin gefallen, auch diese Form zu schaffen, von welcher ein wunderschön erhaltenes Gerippe aus dem Lias, dem unteren Schichtengebilde der Juraformation von Lyme Regis in England, uns einen anschaulichen Begriff giebt.

Man sieht auf den ersten Blick, daß der Kopf die größte Aehnlichkeit mit dem des Ichthyosaurus hat; unverkennbar sind die sechs Höhlen für die Muskulatur der Kinnlade und des Genickes, für die Augen und für die Nase; allein dieser Kopf, an sich viel kleiner als der des Ichthyosaurus, saß nicht dicht an dem Rumpfe, kaum durch einen Hals von demselben geschieden; er saß im Gegentheil auf einem Halse, der, den Kopf mit ein-

geschlossen, die doppelte Länge des ganzen Körpers dieses Unthieres hatte, und wurde getragen durch 20 bis 40 starke Wirbelknochen. Da das Knochengerüst der Thiere derselben Species immer gleich beschaffen ist, so geht, wenn auch nicht andere Kennzeichen vorhanden wären, schon hieraus hervor, daß es viele verschiedene Species von dieser wunderbaren Familie gab; so hatte beispielsweise der Plesiosaurus macrocephalus (der großköpfige), 29 Halswirbelbeine.

Der Hals war nicht, wie beim Flamingo oder Storch, ungefähr von gleicher Dicke über seine ganze Länge, sondern er nahm, wie bei der Giraffe, von vorn nach hinten an Breite zu; die dicken und langen Fortsätze der Halswirbel lassen auf eine starke Muskulatur schließen, und einer solchen bedurfte der Kopf, der, mit zwölf mächtigen Fangzähnen (auf jeder Seite sechs im Unterkiefer und weit über den Unterkiefer hervorragend) bewaffnet, vielleicht bestimmt war, die Beute vom Boden des Meeres aufzuheben und an die Luft zu tragen, oder vom Ufer Thiere in das Wasser zu reißen, ohne daß das Ungeheuer nöthig gehabt hätte, sein Element zu verlassen.

Der Leib ist nicht lang gestreckt, wie bei Eidechsen, sondern vielmehr kurz, cylindrisch abgerundet, wie bei den großen Seeschildkröten, ohne daß jedoch das Unthier einen Knochen- oder Hornpanzer gehabt hätte, den man jedenfalls ganz oder theilweise bei seinen sonstigen Resten gefunden hätte.

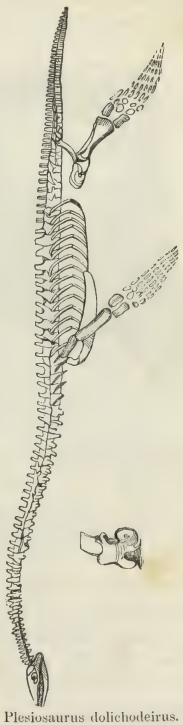
Da, wo Hals und Rumpf sich an einander fügen, trägt ein mächtiges Knochengerüst die Schwimmhände, welche ganz denen des Ichthyosaurus gleichen, nur länger, schlanker sind. Die starken Zacken der Rückgratknochen deuten auf eine vorragende Muskulatur, zur Bewegung dieser Hände bestimmt, mittelst deren das Thier wahrscheinlich ziemlich schnell zu rudern vermochte. Nahe am Ende des Leibes stehen die zwei Hinterflossen, welche den vorderen ganz gleich sind.

Da dem Plesiosaurus solch ein Ruder abging, wie es der Ichthyosaurus in seinem Schwanz besaß, so läßt sich schließen, daß seine Bewegung langsamer war als die des Ichthyosaurus. Die fehlende Beweglichkeit ward jedoch durch den langen Hals ersetzt. Das hochgetragene Haupt übersah mit seinen großen Augen einen weiten Umkreis, und führten die Ruderhände ihn nicht schnell genug in die Nähe der erspäheten Beute, so griff der Rachen mit seinen gräulichen Fangzähnen vermöge des langen Halses desto schneller zu.

Die Formen der Körper dieser Thiere waren übrigens, wie bereits bemerkt, sehr verschieden; das folgende Bild zeigt Plesiosaurus dolichodeirus, eine noch viel schlankere Gestalt, welche, wenn die Flossenfüße nicht wären, an eine trächtige Schlange erinnern würde.

Von dem wunderbaren Thiere, das in Gesellschaft dieser Ungeheuer

lebte, von dem Fingerflügler, Pterodactylus (heißt eigentlich Flügelfinger), haben wir im Eingange dieses Buches bereits Einiges angeführt und eine Zeichnung desselben gegeben, doch ist noch zu bemerken, daß eine ebenso wunderbare Mischung von verschiedener Thiergattung bei diesem Geschöpfe vorkommt als bei vielen andern seiner Zeitgenossen. Der Hals, welcher sieben Halswirbel hat, deutet auf ein Säugethier, die zwischen Hinter- und Vorderfuß ausgespannte Flughaut läßt sogar auf eine bestimmte Gattung von Säugethieren, auf die Fledermaus, schließen: dagegen sagt wieder die Hand, es sei eine Eidechse gewesen, denn bei den Säugethieren haben alle Zehen gleich viele Glieder, bei den Eidechsen aber die innerste (der Stelle des Daumens entsprechende) Zehe die wenigsten Glieder, und jede folgende hat ein Glied mehr bis auf den äußersten Finger oder die äußerste Zehe, die wieder ein Glied weniger hat als ihr Vorgänger.



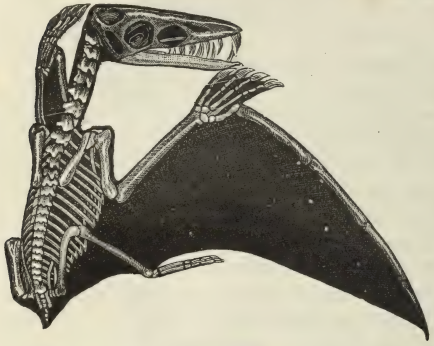
Plesiosaurus dolichodeirus.

Dieses setzt den Fingerflügler eigentlich in die Familie der Eidechsen, denn seine Hände sind genau so gebildet, wie hier angegeben. Das Thier — also wahrscheinlich ein fliegender Kriecher (Reptil) — war nicht übermäßig groß und lebte von Insecten; man findet deren in seiner Nähe viele, besonders eine ausgezeichnet schöne Libellengattung, die ihm als ein Thier, das die Nähe des Wassers liebt, wahrscheinlich zur Hauptnahrung diente.

Auch von diesem vorweltlichen Wunderthier, welches übrigens die merkwürdigste Handbildung im ganzen Thierreiche aufweist, indem der nach außen stehende, aus vier Gliedern gebildete säbelförmige Finger, welcher in der Figur der folgenden Seite auf dem die Ausdehnung der weichen Körpertheile andeutenden schwarzen Grunde gezeichnet ist, an Länge dem Kopfe und Rumpfe zusammengenommen gleichkam, weiß man, daß es nackt war, nicht einmal Haare hatte, denn die von ihm zurückgebliebenen Eindrücke zeigen davon keine Spur.

Bedeckte, gepanzerte Ungeheuer der gefräßigsten Art gab es jedoch damals unter den Sauriern die Menge; das waren namentlich die Gaviale,

der Teleosaurus, Megalosaurus, Hyläosaurus, der Mosasaurus u. a. und die fortgesetzte Durchforschung des Erdinnern fördert fast alljährlich Reste neuer Sauriergattungen zu Tage, so erst im vergangenen Jahre in Nordamerika und im Kaplande. Cotta nennt sie „die hohen Barone in Neptuns Reich, gewappnet bis an die Zähne mit undurchdringlichem Harnisch, die wahren Raubritter des Meeres". Ihre Gestalt war krokodilähnlich, nur schlanker und gewandter, 25—40 Fuß lang, mit einem Kopf von 4—6 Fuß Länge und einem Rachen von nicht viel weniger Tiefe, aber von noch größerer Spannweite, indem diese Ungeheuer denselben 6 Fuß weit aufreißen und ein Thier von der Größe eines gewöhnlichen Ochsen mit einem Ruck durchbeißen konnten. Das Iguanodon soll gar die enorme Länge von 70—75 Fuß gehabt und eine gepanzerte Riesenschlange von Oxhoftdicke und einem Krokodilrachen gewesen sein. Allein diese Berechnung geht von der Annahme aus, daß der Schwanz langgestreckt gewesen sei; nach neueren Funden jedoch scheint er zwar hoch, aber kürzer, als man glaubte, gewesen zu sein, und demnach wird das Thier schwerlich viel über 40 Fuß lang gewesen sein. Seinen Namen erhielt das Iguanodon, weil seine Zähne Aehnlichkeit haben mit dem in den Wäldern des tropischen Amerikas lebenden Saurier, dem Leguan (Iguana).



Pterodactylus.

Noch andere Ansichten über diese Ungeheuer haben Figuier und David Page aufgestellt. Die nachstehende Zeichnung giebt an, in welcher Art sich dieselben jene ungeheuren Thiere gedacht haben. Der Megalosaurus war eine ungeheure Eidechse auf höheren Füßen, als diese gewöhnlich haben, seine Länge geht auf 45—50 Fuß. Cuvier meint, er habe Aehnlichkeit gehabt mit der noch jetzt die heißen Länder bewohnenden Warneidechse und sei mehr dem Lande als dem Wasser angehörig gewesen. Er war ein fleischfressendes Thier und lebte wahrscheinlich von den riesigen Eidechsen seiner Zeit, insofern sie klein oder minder stark waren. Die Zähne dieser

Ungeheuer waren von einer bewunderungswürdigen Bauart, sie waren halb Messer, halb Säge, sie waren flach und scharf auf den Kanten und hatten förmlich Sägeschnitte.

Megalosaurus und Iguanodon.

Ein ähnliches, aber noch größeres Thier war das Iguanodon, gleichfalls der Warneidechse ähnlich, nur waren seine Dimensionen sechzehnmal so groß. Es war, wie seine hohen Beine bezeugen, gleichfalls für das Land, nicht für das Wasser bestimmt. Diese Beine waren größer als die des Elephanten; die Knochen hatten bei einer Länge von beinahe 5 Fuß einen Quer-Durchmesser von 3 Zoll ($1^1/_3$ Meter und 8 Centimeter). Dieses Riesenthier, welches unsere Zeichnung im Kampfe mit dem Megalosaurus giebt, war doch nicht auf Fleischnahrung, sondern auf Pflanzen angewiesen, wie der Leguan. Charakteristisch ist sein Horn am vorderen Ende der Schnauze, welche das Thier ebenfalls mit dem Leguan (Iguana cornuta) theilt, vielleicht weniger eine Waffe als ein Hülfsmittel, seine Nahrung aufzuheben, junge Stämme und Sträucher zu entwurzeln.

Die meisten dieser krokodilartigen Scheusale unterscheiden sich von den uns bekannten des Nil durch ihre viel längere und nur schmälere Schnauze

und nähern sich den Gangeskrokodilen, den Gavialen; daher der allgemeine Name, der auch durch die mächtigen, hakenförmigen Fangzähne gerechtfertigt wird. Man muß jedoch nicht glauben, daß eine wirkliche Uebereinstimmung zwischen diesen vorweltlichen und den jetzt lebenden Gangeskrokodilen stattgefunden habe; es finden sich immer bedeutende Unterschiede, welche nur annäherungsweise gestatten, die Thiere mit den jetzigen in eine Klasse zu bringen.

Jene vorweltlichen Krokodile hatten eine starke knöcherne Schuppenbedeckung von ungewöhnlicher Dicke und Härte, so daß sie unverwundbar gewesen zu sein scheinen; ihr Schwanz war in vertikaler Richtung zusammengedrückt, mithin ein mächtiger Ruderapparat; ihre Beine waren ungemein stark, stämmig und kurz, dadurch zwar nicht geschickt zum Schwimmen, wohl aber um den ungeheuren Körper auf dem Lande zu tragen. Die Menge der Zähne ist wegen der entsetzlichen Länge des Rachens auch ganz ungewöhnlich.

Mehrere Arten dieser Krokodile von 40 Fuß Länge (Dinosaurier, Mystriosauren) hatten handartige Tatzen, und es wäre möglich, daß viele von den Spuren vorweltlicher Thiere ihnen angehörten. Das Iguanodon hatte gar Zähne, welche zweiseitig geschärften Sägen vergleichbar waren und die gefaßte Beute förmlich zerschneiden mußten. Die ungeheuren Augen, so groß wie Teller, saßen theils auf der Seite, theils mehr oder minder nach oben gerückt, und es gab eine Species, den schon genannten Mystriosaurus, bei welchem sie ganz nahe zusammen auf dem Kopfe standen.

Das furchtbare Unthier, welches man bei Mastricht im Petersberge in einem ganzen Skelett von 24 Fuß Länge gefunden hat, gehört gleichfalls in die Reihe dieser „Raubritter des Meeres"; noch größere Bestien derselben Art wurden in der Kreideformation von Nordamerika entdeckt.

Noch andere furchtbare Eidechsen jener Zeit waren die Teleosaurier, deren einen das nachstehende Bild zeigt (die beiden geflügelten Thiere sind auf Seite 203 f. unter dem Namen Pterodactylus beschrieben, und dem borstigen Ungeheuer, dem Hyläosaurus, werden wir in der Kreideperiode begegnen).

Der Teleosaurus war den indischen Gavialen ähnlich. Wir sehen den übermäßig langen, aber ebenso schmalen Rachen, welcher die Gaviale charakterisirt. Eine ächte Amphibie, lebte derselbe ebenso gut auf dem Lande als im Wasser, doch auch nur im salzigen, nicht im Flußwasser, während bei den Krokodilen der Gegenwart das Umgekehrte stattfindet. Diese Thiere waren ausnahmsweise von den übrigen Sauriern nicht allein auf dem Rücken, sondern auch auf der Bauchseite schwer gepanzert, dort mit tellergroßen, vierseitigen, stark abgerundeten Horn- oder Knochenschildern,

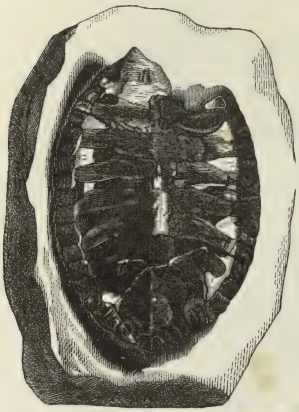
ungefähr wie unsere Störe, hatten aber auf dem Bauche Panzerringe, breite Schienen, welche mehr als die Hälfte des Körpers umgaben und solchergestalt das Thier unangreifbar, unverwundbar machten.

Teleosaurus, Hyläosaurus und Pterodactylus.

Nach Figuier's Angaben hatte dieses Thier mehr als 30 Fuß Länge, sein Kopf besaß davon den dritten Theil, der Rachen, bis hinter die Ohren gespalten, konnte 6—7 Fuß aufgesperrt werden und war im Stande, ein Thier von der Größe eines Ochsen zu verschlingen. Diese Angaben scheinen jedenfalls etwas übertrieben, allein dennoch war dieses Ungeheuer eines der furchtbarsten, wegen seiner großen Beweglichkeit, seiner Gewandtheit im Meere wie auf dem Ufer und wegen seiner Unantastbarkeit. Selbst unser viel kleineres Krokodil spottet der Krallen und der Zähne des Tigers, wie nun erst ein Krokodil der damaligen Zeit!

Auch Schildkröten von ungewöhnlicher Ausdehnung hat man gefunden, doch nur Meeresthiere, Cheloniden, welche sich bekanntlich durch ihren flacheren Bau von den Landschildkröten unterscheiden, auch lange, nicht zum Gehen, wohl aber zum Schwimmen geschickte Füße haben und diese

in ihrer schützenden Schale nicht bergen können, wie die Landschildkröten, daher auch häufig verstümmelte Thiere vorkommen, denen ein Saurier, welchem die ganze Chelonia ein zu harter Bissen war, zum Andenken an die Begegnung einen Fuß abbiß.

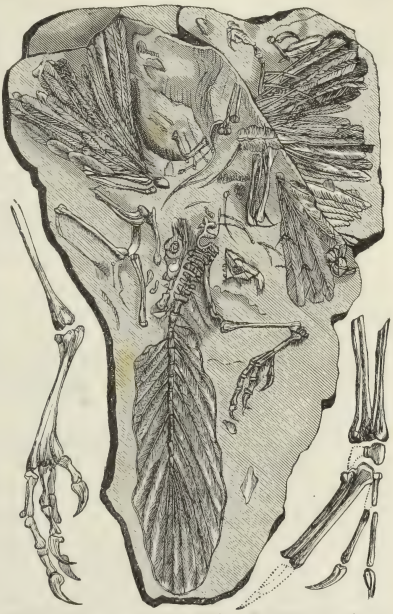


Chelonia Benstedi.

In der nebenstehenden Figur sehen wir eine Chelonia, welche nach ihrem Entdecker, Bensted, benannt worden ist; die unter dem zum Theil zerstörten Rückenpanzer befindlichen breiten Rippen sind deutlich sichtbar, auch einige Ueberbleibsel des Rückenpanzers sind nicht zu verkennen, vollkommen wohl erhalten ist aber der ganze Rand des Rückenschildes, an welchem sogar die Nähte, in denen die einzelnen Schilder zusammengeheftet sind, noch deutlich daliegen.

Auch Vögel treten in der Secundärformation auf. Fußspuren von Vögeln aus der Trias haben wir bereits früher erwähnt. In der Juraformation fand man 1861 eine kleine Vogelfeder und bald darauf im lithographischen Schiefer zu Solenhofen den Abdruck eines Thieres, dem leider Kopf und Hals fehlte, das aber nach längerem Streite, während dessen man die Platte sogar als Kunstproduct erklärte, nun wohl allgemein als Ueberrest eines Vogels anerkannt ist, obschon derselbe sich freilich von den Vögeln der Gegenwart insbesondere durch seine Schwanzbildung, die ihn den Reptilien nähert, unterscheidet. Richard Oven, der sich sehr eingehend und erfolgreich mit diesen vorweltlichen Documenten beschäftigte, nannte diesen Urvogel Archaeopterix. (Siehe die Figur auf folgender Seite.) Man vermuthete sofort, daß derselbe auch Zähne gehabt habe, wie seine Stammesverwandten, die Vögel, welche in den Kreideschichten begraben liegen. Hier hat man unzweifelhafte Vogelkieferreste gefunden, welche, was in der Vogelwelt der Gegenwart unerhört ist, mit Zähnen besetzt sind, und nennt diese bezahnten Vögel Odontornithes. Jene Vermuthung wurde glänzend bestätigt durch ein neuerdings aufgefundenes zweites Exemplar des Archaeopterix, welcher sich im Privatbesitz befindet. Das Skelet ist vollständiger als bei dem ersten Exemplar; der Kopf ist erhalten, und die Kiefer sind mit Zähnen besetzt. Von anderen bezahnten

Vögeln schreibt man ein 1872 gefundenes Skelet einer Gattung zu, welche den Namen Ichthyornis, Fischvogel, erhalten hat, weil die Bildung der Beine einen Schwimmvogel verrathen und die Wirbel denjenigen der Fische ähnlich geformt sind. Das Thier hatte viele gleichartige, nach rückwärts gerichtete Zähne.



Archaeopterix litographicus aus dem Kalkschiefer von Solenhofen. Links sind die Fußknochen, rechts die Flügelknochen besonders abgebildet.

Daß während der Secundärformation endlich auch Säugethiere gelebt haben, ist unzweifelhaft. Zweifelhaft könnte nur sein, ob sie schon während der Trias existirt haben. Aber wenn wir unsere gegenwärtigen Erfahrungen mit der Kraft von Gesetzen auf die Ueberreste der Vorwelt anwenden dürfen, so müssen einige im Keuper gefundene Zähne einem Säugethier angehört haben, welches man Mikrolestes genannt hat und den Beutelthieren zuzählt. Diese sind die ältesten Säugethiere, die wir kennen, und die deutlichen Spuren ihres Daseins während der Juraformation haben sie uns in Kinnladen und seltener in einem Schädeldache hinterlassen, welche in England gefunden worden sind. Owen hat mehrere Gattungen bestimmt, von denen man jetzt bereits siebzehn kennt. Sie gehören, wie die Beutelthiere der Gegenwart, wenn wir von dem noch tiefer stehenden neuholländischen Schnabelthiere absehen, zu den unvollkommensten Säugethieren. Die Beutelthiere (wie z. B. das Känguruh) gebären bekanntlich ihre Jungen im *unreifen* Zustande und haben deshalb an ihrem Leibe ein Organ (von welchem eben ihr Name herrührt), in welchem sie die unreifen Jungen bergen und bis zur vollständigen Reife austragen.

Haben wir schon in der secundären Formation Thiere von einer Ausbildung gesehen, welche die Steinkohlen-Formation und überhaupt alle älteren Gebilde bedeutend in ihrer vollkommneren Organisation übertrifft, so findet dies in noch höherem Grade statt bei den Thieren der **tertiären Periode**. Alle aufgefundenen Reste zeigen deutlich, daß die Gegenwart nur der Schlußstein des ganzen Baues ist. Aus allen Klassen des Thierreichs hat man Versteinerungen, und die Thiere, denen sie angehörten, stehen den jetzt lebenden so nahe, daß sich fast überall nicht nur die Verwandtschaft, sondern häufig sogar die Identität nachweisen läßt, besonders bei den niederen Thieren; selbst da, wo die geringste Uebereinstimmung zwischen der Vorzeit und der Gegenwart stattfindet, sind es nur einzelne Geschlechter, welche fehlen oder hinzukommen; die Familien sind immer da, der ganze Typus ist mit dem der lebenden Thiere gleicher Art völlig conform.

Der Fortschritt ist nirgends zu verkennen, die höhere Ausbildung überall wahrzunehmen. Einzelne Formen sind in der tertiären Epoche zahlreicher vertreten als in der Gegenwart, so die Dickhäuter, die vielhufigen Säugethiere (Rhinoceros, Nilpferd und Elephant), wovon weit mehr Species vorhanden waren als jetzt; allein Alles, was *edler* und *höher* steht in der Eleganz und Schönheit der Formen, findet sich jetzt bei weitem häufiger als früher.

Auch noch eine andere sehr merkwürdige Uebereinstimmung der tertiären Epoche mit der Gegenwart drängt sich dem Forscher auf: das ist die Beschränkung gewisser Formen auf gewisse Erdstriche. In den frühesten Zeiträumen darf das Klima über die ganze Erdoberfläche als gleich angenommen werden, denn es wurde fast nur von innen her bestimmt; in der secundären Epoche ist ein bedeutenderer Einfluß der Sonne schon unverkennbar. Die Erde hat sich bereits so weit abgekühlt, daß sie für äußere Eindrücke empfänglich ist; die Luft hat sich bereits so weit gereinigt und geklärt, daß sie solche Eindrücke gestattet. In der tertiären Epoche aber sieht man schon, wie jetzt, sowohl Polar- und Aequatorialgegenden als auch östliche und westliche Ländermassen von eigenen Pflanzen- und Thiergruppen bewohnt. Der Palmenreichthum z. B. ist bereits auf die südlicheren Gegenden Europas beschränkt. Die riesigen Faulthiere, welche in den Tertiärschichten gefunden werden, und welche in dieser Größe völlig ausgestorben sind, befanden sich nur in Amerika, wo auch noch jetzt ihre sehr verkümmerten Nachkommen allein wohnen; die versteinerten Beutelthiere kommen gleichfalls nur da vor, wo allein man sie jetzt lebend findet, in Australien; ebenso ist der Fundort fossiler Reste des Hippopotamus nur Asien (und Afrika, wird man sicher in Zukunft sagen, wenn einmal das Innere seiner Erdrinde etwas besser bekannt sein wird, als jetzt seine Oberfläche).

Allerdings darf man hier den ausgesprochenen Satz nicht in aller Strenge nehmen; ohne Zweifel war die Temperatur der Erdrinde zur Zeit der tertiären Bildung noch so viel höher als jetzt, daß die Klimate nicht so grell und so auffallend verschieden waren wie jetzt; es gab z. B. Elephanten auf beiden Erdhälften, was jetzt nicht mehr der Fall, allein eine beginnende Scheidung der östlichen von der westlichen läßt sich so wenig verkennen als eine warme und eine kalte Zone, was man sehr unzweifelhaft bei den Elephanten und Nashörnern der Vorwelt sieht, so weit man sie im Norden findet. Nicht nur beweisen ihre Pelze, daß sie einem rauhen Klima angehörten; auch ihre Nahrungsmittel, Zweige von Föhren und Körner von Buchweizen, deuten dies an; beide Pflanzen, deren Reste man noch zwischen den Zähnen und in dem Rachen dieser Thiere fand, die wohlerhalten im gefrornen Sumpfe steckten, gehören dem kälteren Theile der gemäßigten Zone, gehören höheren Breiten an, als diese Thiere jetzt irgendwo bewohnen.

Wenn wir die thierische Schöpfung der tertiären Epoche von unten aufwärts verfolgen, so finden wir, daß die kleinsten Thiere, die Infusorien (Protisten), die Polypen (Korallen), noch sehr zahlreich vertreten, wenn auch nicht so massenhaft vorhanden sind als früher; die letzteren bildeten in der secundären Epoche ganze Gebirge von vielen Hunderten von Quadratmeilen Erstreckung; auch die Infusorien, denen man das Dasein der Kreide verdankt, zu der sie ihre kleinen Schneckenschalen hergaben, und durch welche nicht unbedeutende Bergzüge gebildet wurden, wie auf Rügen, in Belgien, in England, verlieren ihre große Bedeutung für die Geologie, für die Erdbildung keineswegs, sie treten nur, wie noch jetzt die Korallen, in kleineren Gruppen auf, umkränzen Inseln mit Riffen und Dämmen, und die kieselschaligen Infusorien, Süßwasserthiere, bilden Nester, füllen kleine Becken mit einer weißen Erde aus, welche mehr oder minder locker unter dem Namen Bergmehl oder Tripel bekannt ist. Manche dieser Kieselpulver werden der Härte und Kleinheit wegen (weil sie alle Metalle angreifen und doch nicht Schrammen machen) zu Putzpulver gebraucht, andere, welche Alaunerde mit sich führen, findet man in dem Großherzogthum Toscana, besonders bei Siena, gleichfalls nesterweise. Mit Wasser angefeuchtet, lassen sich diese Infusorienpulver in einen Teig verwandeln, aus welchem man Ziegel formt, die gebrannt auf dem Wasser schwimmen, ein zu manchen technischen Arbeiten unschätzbares und unersetzliches Material. Man hat dergleichen Ziegel schon im hohen Alterthume gekannt, aber in neuerer Zeit erst gewußt, woraus sie bestanden; damals waren besonders die leichten Steine von Pitane in Asien und von Moxilna und Calentum in Spanien bekannt. Es wurden, um dieselben wieder zu gewinnen, mancherlei

Versuche, so auch mit gepulvertem Bimsstein, gemacht, welche jedoch nicht gelingen konnten, da die Glassplitter desselben keine bindende Kraft haben; als aber Professor Fabroni auf die thonartige Erde aufmerksam machte, von welcher wir oben gesprochen, und welche sich auch an der Grenze zwischen Toscana und dem Kirchenstaate befindet und unter dem Namen Mondlicht (Latte di Luna) als Putzpulver gebraucht wird, gelang die Fabrikation der leichten Steine vollkommen. Man findet diesen Staub von Thierkleidern oder Panzern unter dem Namen Talc farineux in Frankreich, als Bergmehl an manchen Orten in Deutschland (auch unter dem Namen des unechten Meerschaumes). Noch andere solche Kieselpulver findet man in Lappland, und ihre organische Beschaffenheit, wenn sie nicht durch das Mikroskop dargethan wäre, würde bewiesen werden durch den Gebrauch, welchen die Bewohner jener unwirthbaren Gegenden davon machen; sie mischen dieses Bergmehl unter ihr zerkleinertes Getreide und bedienen sich dessen als Nahrungsmittel.

Aehnliche Thiere, aber größer, kleine Kammerschnecken von Erbsen- oder Linsengröße, jedoch flach, bildeten in der tertiären Epoche größere Bergzüge; die Thiere oder deren Repräsentanten finden sich auf Seepflanzen zu Milliarden, auch im Ufersande vieler Flüsse sind sie in enormer Masse zu suchen. Der Stein, aus welchem die ägyptischen Pyramiden gebaut sind, besteht aus solchem Lenticuliten-Kalk, und da bei der Bearbeitung desselben die linsenförmigen Steinchen aus ihren Höhlungen fielen und man sie mit dem Boden rings umher vermischt findet, so gab dieses den leichtgläubigen und wundersüchtigen Leuten jener Zeit zu der Fabel Anlaß, welche der älteste Geograph, Strabo, uns ernsthaft mittheilt: „die Arbeiter hätten Linsen ausgesäet, die dann zu Steinen geworden wären, aus denen jene Riesenwerke erbaut worden".

In den Schichten der tertiären Formation sind auch die Polypen und Korallen zu finden, wenn schon ihre Bauten nicht in solchen ungeheuren Massen vorliegen wie aus den früheren Epochen. Sie sind es, welche von je her am Bau der Erde gearbeitet und mächtiger gewirkt haben als die gewaltigsten plutonischen und vulkanischen Kräfte. Jene konnten nur Vorhandenes erheben und aus der Tiefe zu Tage bringen, diese Vorhandenes zerstören und durcheinander werfen. Die kleinen fleißigen Polypen *bauen*; sie *erschaffen* und sind, wenn auch langsam, so doch stetig wirkend, vollkommen geeignet, die Gestalt der Erde im Laufe der Jahrtausende völlig umzuwandeln. Der berühmte Botaniker Schleiden sagt so schön als wahr: „In wunderbarer Weise nehmen an diesen Veränderungen der Erdoberfläche Thiere und Pflanzen Theil, welche man gewöhnlich nur dazu bestimmt hält, von ihr, als der allgemeinen Mutter, sich tragen und

ernähren zu lassen, und es sind auffallenderweise nicht die großen, nicht die Riesenleiber der Walfische und Elephanten, nicht die mächtigen Stämme der Eichen-, Feigen- und Baobab-Bäume, sondern die kleinen, kaum nadelknopfgroßen Polypen, die dem Auge unsichtbaren Polythalamien, es sind die kleinen mikroskopischen Pflänzchen, die in jedem Sumpf ihr unsichtbares Leben führen, welche mächtig an dem Bau der Erde wirken. Mit staunender Bewunderung überblicken wir von der Höhe die langen eichen- und buchenbewaldeten Gebirgszüge, mit verachtender Gleichgültigkeit gehen wir an dem schmutzig-grünen Schaum einer Lache vorbei, und gleichwohl lebt in diesem verachteten Schaum eine Welt kleiner Wesen, welche beschäftigt sind, Gebirge zu bauen. Ebenso ist es im Meere, woselbst eine unerschöpfliche Bildungskraft fortwährend Felsen überzieht und neue Felsen schafft, und die Baumeister sind Thierchen von solcher Kleinheit, daß sie sich dem Auge entziehen."

Allerdings ist es noch nicht lange her, daß man dieses weiß, denn der erste Anblick verräth davon nichts, und der geneigte Leser, der es nicht schon

weiß, wird in den vorstehenden Abbildungen von sechs verschiedenen Korallenarten kein Thier erkennen; es gehört dazu erst ein mühsames Studium und ein aufmerksames Verfolgen des ganzen Vorganges, der Bildung und des Wachsthumes, der Fortpflanzung und der Lebensweise dieser Geschöpfe. Lange genug hat man sie für Pflanzen gehalten, und die Korallen, welche man als Schmuck aufsuchte, bearbeitete, bohrte, polirte, für Bruchstücke einer Pflanze betrachtet, welche, unter dem Meerwasser weich und biegsam, erst an der Luft erhärtete. Man wurde in dieser Ansicht sogar durch aufmerksame Naturforscher bestärkt, welche in der Koralle nicht blos die äußere Form des Baumes, sondern auch ein Mark, einen festen, holzigen und strahlig von dem Mark nach außen zu gehenden Theil und endlich eine weiche, farbige Rinde fanden oder gar entdeckten, daß aus dem abgebrochenen Zweige einer frischen Koralle ein milchiger Saft fließe, wie der Saft des Feigenbaumes, bis endlich gar Blüthen entdeckt wurden, welches Verdienst der Graf Marsigli für sich in Anspruch zu nehmen berechtigt ist.

Diese Blüthen, welche zum Vorschein kamen, wenn ein frischer Korallenzweig in Seewasser getaucht und dieses völlig ruhig erhalten, vor jeder Erschütterung bewahrt wurde, waren eben die Polypen, welche bei solcher ihnen angenehmen Ruhe sich entwickelten, sich aber sogleich in ihr festes, steinernes Haus zurückzogen, sobald eine Bewegung des Wassers ihnen Gefahr drohte. Selbst als diese Entdeckung gemacht war, erklärte die geographische Gesellschaft zu London, daß die Korallen unter Wasser so biegsam seien wie Wachs, was jeder Matrose hätte widerlegen können, und was zum Schrecken der Admiralität durch Schiffe, welche auf Korallenriffen scheiterten, widerlegt wurde.

Es ließen sich zwar einige Stimmen über die thierische Beschaffenheit der Korallen vernehmen, so der Italiener Ferante Imperato, der Schweizer Konrad Geßner und der Holländer Rumphius, welcher diese Thiere in ihrer Heimath auf Amboina zu studiren Gelegenheit hatte; aber solche einzelne Stimmen verhallten in der Wüste. Man wandte sich lieber zu einer neuen Hypothese, als daß man das Wahre zu erkennen und zu ergründen sich bemüht hätte. Das Neue war, die Korallen (deren mineralische Bestandtheile man endlich finden mußte) seien förmliche Krystalle des Kalkes in Form von Bäumen. Der Arbor Dianae und Saturni, der Silber- und der Bleibaum, gaben zu dieser Ansicht Veranlassung.

Aufgelöstes Silber oder aufgelöstes Blei, einem Prozeß unterworfen, welchen man erst Jahrhunderte später als einen galvanischen kennen lernte, geben solche mineralische Bäumchen. Ein jeder unserer Leser kann sich dergleichen machen. Man löst Bleizucker in destillirtem Wasser auf, füllt ein Gläschen mit weiter Mündung mit dieser Auflösung an und steckt durch den

Kork einen Streifen Zink so weit hinein, daß er gerade die Oberfläche der Flüssigkeit berührt; alsbald setzt sich daran ein Blättchen Blei aus der Auflösung, und in 24 Stunden hat man ein zierliches metallisches Bäumchen, das sich in der Flüssigkeit jahrelang hält: das ist der Bleibaum oder Arbor Saturni. Hier war nun ein Baum aus einem Mineral entstanden, er war auch in einer salzigen Flüssigkeit gewachsen, wie die Korallen; die Aehnlichkeit der Verhältnisse sowie die der daraus hervorgegangenen Dinge war nicht zu verkennen, und so wurden denn die Korallengewächse zu Steinen und gehörten in das Mineralreich.

So war es denn dahin gekommen, daß nach und nach die Korallen sämmtlichen Naturreichen nach einander eingereiht waren. Die Phalanx der Botaniker aber saß ruhig auf ihrem Throne und sah mit einem mitleidigen Lächeln auf den Streit der Zeitgenossen, denn es war nicht der Mühe werth, die Ansichten einiger weniger Thoren zu widerlegen; die Mineralogen hatten kaum etwas von irgend einiger Wichtigkeit vorzubringen; noch unbedeutender war dasjenige, was die Vertreter des Thierreichs zu sagen wußten. Der erste Schritt, der vorwärts zu gehen schien, der aber eigentlich der größte Rückschritt war, der erste Schritt zur Veränderung der bestehenden Ansicht wurde von Réaumur gethan, der auch gelegentlich der Forschungen im Reiche der Natur die französische Höflichkeit nicht aus den Augen setzte; er machte Complimente nach allen Seiten und sagte: die Korallen sind nach innen von Stein, nach außen sind es Pflanzen, und sie werden bewohnt von kleinen Schmarotzerthierchen wie von Blattläusen.

Bald aber legte derselbe Réaumur der französischen Akademie die Forschungen eines Gelehrten vor (dessen Name der Berichterstatter aus Achtung vor der Person desselben verschwieg), der behauptete, die Korallen seien Thiere und gehörten zu denjenigen, welche man Seenesseln nenne; und siehe, da es doch endlich der Mühe lohnte, selbst die Augen aufzumachen und nicht immerfort mit fremder Brille zu sehen, mußte man dem Manne, den vor Spott und Hohn zu bewahren Réaumur durch seine Schweigsamkeit gestrebt hatte, mußte man dem berühmten Peyssonel, dem eigentlichen Entdecker und wissenschaftlichen Begründer des thierischen Lebens der Korallen, Recht geben und sie trotz alles Sträubens doch endlich zu den Thieren zählen: die Blüthen dieser steinernen Meerespflanzen verwandelten sich in Thiere, die Pflanze selbst in das Gehäuse dieser Thiere, die Blätter und Staubfäden der vermeintlichen Blumen in Fangarme.

Ein Jeder glaubt die Korallen zu kennen, und er begnügt sich, zu wissen, daß es rothe steinige Massen sind, die man aus dem Meere heraufholt, schleift und polirt, an Fäden reiht und als Schmuck um den Hals trägt. Mancher hat wohl gar einen Korallenzweig in einem Naturalien-

Cabinet gesehen; allein auch er weiß nur von diesem einen, dem rothen baumartigen, und doch ist die Zahl und die Form derselben unendlich verschieden. Alle charakterisirt nicht der steinerne Stock oder Stamm, sondern das polypenartige Thier, ein kleines, überaus zartes, fast durchsichtiges Körperchen, ein Sack mit einer Mundöffnung, um welche her mehr oder minder lange Arme (stets 4 oder 6 oder ein Vielfaches einer dieser Zahlen) stehen, welche in fortwährender Bewegung sind, um noch kleinere, dem menschlichen Auge unsichtbare Thiere zu fangen, oder eingezogen in einer künstlichen, in Fächer abgetheilten, meistens sternförmigen Höhle innerhalb des Kalksteines ruhen, die der Wohnsitz dieser Thiere, das durch sie selbst erbaute Haus ist.

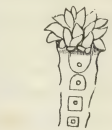
Ein Korallenthierchen (200 mal vergrößert).

Nichts ist wunderbarer, als die Bildung dieser Thierchen und die unglaubliche Mannichfaltigkeit ihrer Werkzeuge.

Wie bereits gesagt, bestehen sie im Ganzen und Allgemeinen aus einem Sack mit einer Oeffnung, wie eine Geldbörse mit Schnüren, jedoch mit sehr vielen, wie z. B. die der ungarischen Bauern. Die obenstehende Zeichnung giebt ein solches Thierchen zweihundertmal vergrößert, denn es hat kaum die Ausdehnung eines Stecknadelknopfes. An dem Befestigungspunkt ist der Stern innerhalb des Kalkstockes angedeutet, in welchen ein jedes solches Thier sich mit allen seinen Fangarmen zurückziehen und, da ein kleiner Wulst von Kalkmasse den vertieften Stern umgiebt, sich gänzlich verbergen kann.

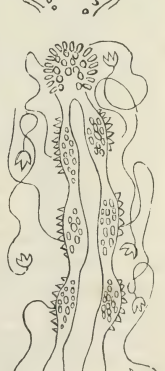
Wenn in dieser Form des Ganzen die meisten Thiere dieser Art übereinstimmen, so sind desto verschiedener die Bewegungs- und Fangorgane. Einer der einfachsten Arme ist der von Plumatella campanulata, ein muskulöser, schlangenartig gewundener Körper, mit feinen Haaren an den Seiten versehen; der Arm ist sehr biegsam und vermag die kleine schwache

Beute zu umfassen und nach der Mundöffnung zu bringen. Indessen ist zu bemerken, daß dieses Thier nicht zu den eigentlichen Korallen gezählt werden darf, sondern zur Klasse der Moosthierchen, Bryozoa, gehört. Diese aber gleichen nur äußerlich, insbesondere in der Stockbildung, den Korallen und werden daher auch Mooskorallen genannt. Sie unterscheiden sich aber wesentlich von ihnen durch die Organisation des Darmkanals und durch den Besitz eines Nervensystems und bekunden eine nahe Verwandtschaft zu den Würmern, zu denen sie denn auch jetzt meist gerechnet werden.



Die zweite Figur (vergleiche die nebenstehend gegebene Abbildung) ist der Arm eines Polypen, welcher Veretyllum Cynomorium heißt. Auf der dem Leser zugekehrten inneren Seite des Armes, welcher aussieht wie das Blatt einer Pflanze, sitzen unzählige Saugwarzen, mit welchen das Thier seine Beute festhält; nächstdem vermag es die Lappen dieses blattförmigen Armes um den Gefangenen zu schlingen, so daß ein Entkommen völlig unmöglich ist.

Eine dritte Art der Arme sehen wir in der letzten Zeichnung; sie gehört dem Polypen, welchen man Syncorine decipiens nennt; diese, wie die Arme der Hydra aurantiaca, haben noch eine wunderbarere Gestalt; die Oeffnungen, welche die Abbildung andeutet, enthalten nämlich eine der furchtbarsten Waffen, mit denen je ein Thier versehen worden ist.



Fangarme von Korallen.

In den kleinen, erhaben über die Fläche des Armes hervorstehenden Kugelhüllen, mit einer nach vorn gerichteten Oeffnung, befinden sich dreispitzige, mit starken Widerhaken versehene Harpunen, welche statt eines Lanzenschaftes eine bewegliche, biegsame Schnur an ihrem stumpfen Ende haben. Die Schnur ist spiralförmig aufgewunden, hat eine eigenthümliche Muskelkraft und wird von dem Polypen nach Willkür plötzlich ausgeworfen und ebenso beliebig zurückgezogen. Da nun die Anzahl dieser Fäden, Schlingen, Angelschnuren außerordentlich groß ist, so ist ein Infusionsthierchen, das in der Nähe einer solchen auf Beute lauernden Hydra kommt, plötzlich von unzähligen Armen umringt, rettungslos verloren und wird dem Schlunde zugeführt. Es ist auf Erden kein Thier — nicht Löwe, Geier oder Krokodil, nicht Schlange, Haifisch oder fabel-

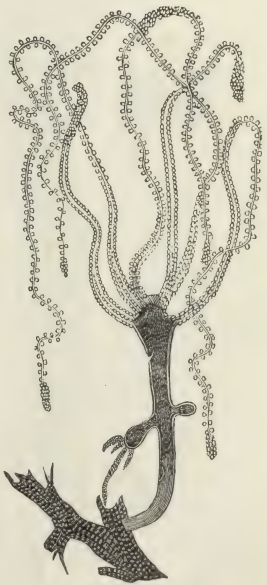
hafter Hydrarchus — welches mit so vielen und so furchtbaren Waffen ausgerüstet wäre, als dieser kleine, kaum sichtbare Polyp; dazu kommt eine Gefräßigkeit und Verdauungskraft, welche ebenso ohne Beispiel ist. Man nimmt nämlich wahr, daß diese unter dem Mikroskop mit der größten Sorgfalt beobachteten Thiere ihre Beute verschlingen und in wenigen Minuten den ganz unkenntlichen Rest, das nicht mehr Nahrhafte, wieder von sich geben; häufig verschlingen sie Thiere oder Larven von anderen Geschöpfen, welche größer sind als die Polypen selbst in ihrem gewöhnlichen Zustande; alsdann dehnt sich die Schnürung, welche unterhalb des Magenorgans befindlich ist, so weit aus, daß die größere Beute dennoch verschlungen werden kann, und auch das Säckchen, welches den Körper des Polypen bildet, dehnt sich bis zu mehr als seiner dreifachen Größe aus. Wenn nun das verschluckte Thier auch ganz mit einem Hornpanzer bedeckt ist, was häufig der Fall, so wird es durch den scharfen Magensaft des Polypen dennoch erweicht, aufgelöst und assimilirt, von dem gefräßigen Ungeheuer aufgenommen und zum Besten seines Körpers verwendet; nur das Unverdauliche wird ausgestoßen.

Sehr merkwürdig ist, daß die Verdauungskraft sich nur auf fremde, nicht auf Polypenkörper erstreckt. Ein sorgsamer Beobachter, Trembley, sah hiervon die unwiderleglichsten Beweise. Ein Polyp hatte mit der ihm zugeführten Beute den einen der Fangarme verschluckt; nach kurzer Zeit kam, während die Beute in dem durchsichtigen Körper des Thieres allmählich verschwand, der Arm unversehrt aus der Mundöffnung seines Inhabers wieder hervor. Ein noch auffallenderes Beispiel von dieser Unverletzlichkeit der Polypen erzählt der Holländer Harting.*) Zwei Polypen kämpften mit einander um eine Beute; keines der gefräßigen Thiere ließ den einmal erfaßten Raub fahren; da verschluckte der stärkere Polyp den schwächeren mitsammt der von ihm gehaltenen Beute. Nichts wäre natürlicher gewesen, als daß nunmehr auch Beides verdaut worden wäre; dies geschah jedoch keineswegs, denn nach kurzer Zeit wurden von dem Sieger die Ueberbleibsel seines Mahles ausgespieen, mit diesen zugleich der verschluckte Polyp, welcher ganz unversehrt war, und, nachdem er sich einige Male im Wasser umgedreht hatte, wie um sich abzuwaschen, ganz lustig seiner früheren Jagd nachging, kleinere Thiere fing und verspeiste, als ob ihm nicht das Mindeste geschehen wäre.

Um nur einige Ordnung in die unglaublich mannichfaltigen Formen zu bringen, unterscheidet man in neuerer Zeit vier Hauptabtheilungen: nach ihrem innern Bau, nach ihren Verdauungsorganen, und es ist wesentlich,

*) Die Macht des Kleinen.

etwas davon zu wissen, weil es zur Erklärung der die Erde umgestaltenden Thätigkeit dieser Thiere dient, — eine paradox scheinende Behauptung, und doch eine vollkommen wahre, denn diese kleinen gallertartigen Stecknadelknöpfchen erbauen ganze Gebirge aus Kalk. In der einfachsten Form der Polypen ist der Darmkanal unmittelbar mit den Körperwandungen zusammenhängend; das ganze Thier ist ein Sack, der auswendig Haut, inwendig Magen ist, und welcher auch umgekehrt werden kann, worauf das Auswendige, nach innen kommend, nunmehr ebenso gut verdaut wie früher der Magen, indeß dieser zur Epidermis, zur äußeren Haut geworden ist.

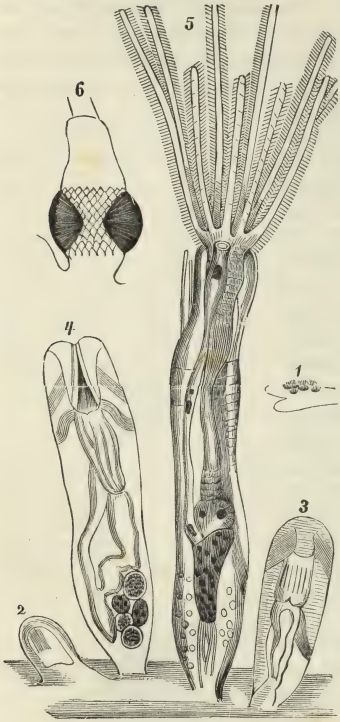


Hydra viridis.

Die nebenstehende Figur stellt eine solche Koralle des Süßwassers dar, wie sie von Harting gezeichnet worden ist, 20mal vergrößert. Dieser häutige Sack ist jedoch keineswegs so einfach gebaut, als man glaubt; die Zootomie (die Kunst, die Thiere zu zerlegen, dasselbe, was Anatomie in Beziehung auf den Menschen ist) hat gelehrt, daß zwischen der inneren und äußeren Seite des Sackes eine vielfältig gegliederte Muskellage befindlich, vermöge deren das Thier sich zusammenziehen und ausdehnen kann, und vermöge deren es seine langen, gefährlichen Fangarme beliebig bewegt. Diese Arme sind mit unzähligen Näpfchen versehen, in denen die fadenförmigen Schlingen der Harpunen, welche wir vorher beschrieben, verborgen liegen; andere derselben haben statt der Schlingen in diesem Säckchen nur feine hohe Stacheln, welche, wenn sie in die Haut eindringen, ein Brennen wie Nesseln verursachen, welches nicht sowohl von den Verwundungen, von den Stichen herrührt, als davon, daß jeder Stich ein feines Gift in die Wunde bringt. Das Thier hängt mittelst eines Saugapparats an einer Wasserpflanze und sendet seine Arme rings umher nach Beute aus. An dem eigentlichen Körper sieht man zwei Knospen, dies ist die Art der Vermehrung der Thiere; irgendwo schwillt die Haut des länglichen Sackes auf, sie wird zu einer Warze, es bildet sich an der Warze ein Hals und ein Kopf: das ist das Stadium, in welchem sich die kleinere der beiden

Knospen befindet; bald darauf öffnet sich die obere Kugelfläche des Kopfes, und es treten die Fangarme heraus, wie man an der Figur des zweiten Knöspchens sieht.

Die gedachte Art scheint die einfachste von allen. Die hiernächst abgebildete ist die Sertularia, und zwar diejenige Species, welche geniculata beigenannt ist. (Siehe die untenstehende Figur.) Es wird Niemand wundern, wenn dieselbe für eine Pflanze gehalten wird; man sieht einen Stamm derselben, man sieht unten deutlich Blätter, weiter oben Blüthenknospen und auf dem Gipfel die vollständig entwickelten Blüthen. (Vgl. auch oben S. 83.)



Boverbankia densa.

Sertularia geniculata.

Dem ist keineswegs so; das Ganze ist ein Thier; von unten bis oben, durch alle Verzweigungen gehen Röhren, alle Röhren stehen mit einander in Verbindung, der steinerne Stamm ist das fühllose Knochengerippe, die schön gefärbte Schale ist die das ganze Individuum bekleidende Haut.

Eine dritte Hauptgattung unterscheidet sich von der vorigen durch einen

bereits deutlich ausgebreiteten Darmkanal; alle drei Abtheilungen haben aber noch das gemeinschaftliche Kennzeichen *nur einer* Oeffnung für die Aufnahme der Speisen und für die Ausstoßung der überflüssigen Substanzen.

Die vierte Klasse hat einen von der Mundöffnung gesonderten Abzugskanal. Die Boverbankia densa (auf voriger Seite) kann sehr gut als Repräsentantin der ganzen Abtheilung gelten; sie ist unter 1 in natürlicher Größe angedeutet und in den anderen Figuren 60 mal vergrößert; bei 2 als Knospe im frühesten Zustande, bei 3 weiter ausgebildet, bei 4 erwachsen, aber eingezogen, so daß die Fangarme zurückgeschlagen sind, bei 5 ganz vollständig abgebildet. Oben sieht man die Fangarme, wovon die Thiere ihren Namen haben: „Vielfuß", weil man diese Glieder für Füße ansah, — man sollte sie vielmehr Vielarme, Polybrachien, als Polypodien nennen.

Das Aeußerste, alle diese Thiere Umgebende ist die lederartige farbige Haut. Innerhalb der Röhre zieht sich von oben nach unten ein doppelter Kanal, welcher zwischen den Armen in der Mitte des Sternes, den sie bilden, beginnt, bis nach der untersten Hälfte des Stammes geht, woselbst eine Art Vogelmagen, ein Verdauungsapparat, sich befindet, der, bei 6 noch mehr vergrößert, abgesondert gezeichnet ist; er besteht aus einer Erweiterung der Röhre, welche inwendig mit stahlharten Feilzähnen besetzt und durch zwei ungeheure Muskeln (gleich dem Gänsemagen) bewegt ist. Von hier geht der Apparat in eine Erweiterung, in den eigentlichen Magen über, in welchem die zerkleinerten Speisen verdaut und zur Aufnahme in die Substanz der Polypen geschickt gemacht werden. Von hier kehrt der Kanal zurück; unterhalb des Magens liegt die Umkehrungsstelle, es ist ein einfacher, ungewundener Darm, oben befindet sich seine Ausgangs-Oeffnung, sie liegt außerhalb des Kranzes von Fangarmen.

Die trotz aller Kleinheit der Thierchen doch viel höhere Organisation geht aus diesen Einzelnheiten hervor, allein diese wie die einfacheren Polypen sind immer nur Theile eines großen Ganzen, oder sie sind die Stammeltern einer Familie aus ähnlichen Gebilden, d. h. ein solches Thier, wie wir deren jetzt betrachtet haben, ist entweder *eine* „Blüthe" eines Korallenbaumes, oder es erwächst nach und nach aus ihr und durch sie ein Korallenbaum, Korallenstock, mit Tausenden, mit Millionen solcher Thierchen, und sie alle sind die Abkömmlinge eines früher dagewesenen Individuums, und sie alle leben *mit einander* und *durch einander* (d. h. ein Thier durch ein anderes).

Stellen wir uns irgend einen recht viel verzweigten blattlosen Dornbusch vor, stellen wir uns vor, jedes Zweiglein sowie der ganze Stamm wäre

von Kalk gleichsam krystallisirt, so daß beim Abbrechen eines Zweiges man das von dem Mittelpunkt nach der Rinde hin strahlig gehende Gefüge auch mit bloßem Auge wahrnehmen könnte; stellen wir uns vor, die Rinde habe irgend eine überaus prächtige, aber ganz gleichmäßige Farbe und an jedem Punkte, wo vor dem Herbst ein Blatt gesessen, befinde sich eine kleine sternförmige Vertiefung: so haben wir ungefähr ein Bild von einem Korallenstock; nur sind die Wohnsitze der Polypenthiere viel zahlreicher als die Blätter an dem Zweige der blattreichsten Pflanze, und alle diese Sternchen, alle diese kleinen Zellen haben aus ihrem innersten Hintergrunde in die Tiefe gehend einen Kanal, wodurch alle mit allen verbunden sind.

Eine Korallengruppe im Meere.

Wenn man einen Zweig mit Korallen in ein Gefäß mit Seewasser setzt, ihnen Ruhe läßt und sie während dieser Ruhe beobachtet, so wird man bald alle aus ihren Höhlen kommen und ihre Fangarme ausbreiten sehen. Wenn man nun die Wassermasse mittelst eines Steckens bewegt, sind augenblicklich sämmtliche Blüthen des Polypenstocks verschwunden. Es scheint hier schon ein Zusammenhang aller unter einander hervorzutreten; allein es scheint auch nur, denn sobald die Wellenbewegung des Wassers lebhaft genug ist, umspült sie sofort den ganzen Stock, und ohne ein Gemeingefühl werden alle Polypen gleichzeitig die Bewegung empfinden.

Wenn nun aber der Stock sehr groß ist und man an irgend einer Stelle desselben eine geringfügige Bewegung des Wassers vornimmt, so ziehen sich zuerst die einer solchen Stelle zunächst benachbarten Polypen zurück, dann die ferneren, nach und nach immer mehr, und in kurzer Zeit verschwinden

auch die fernsten, ja vielleicht erst zu der Zeit, wenn die ersten sich wieder ausbreiten. Hieraus geht hervor, daß ein Individuum nach dem andern den von dem ersten zuerst empfundenen Eindruck auch empfindet, daß gewissermaßen eins dem andern den Eindruck weiter giebt und es veranlaßt, sich in seinen natürlichen Zufluchtsort, seine selbsterbaute Citadelle oder Sternschanze zurückzuziehen. Die zootomische Untersuchung hat diese äußerliche Wahrnehmung nun vollständig bestätigt und nachgewiesen, daß alle die Thiere, welche eine Polypengemeinde bilden, wirklich *einen* Körper ausmachen, einen Körper mit vielen Köpfen, aber nur einem Sinne. Dies ist bei allen der Fall, nur die *Art* der Verbindung ist verschieden. Bei sehr vielen Gattungen hängt der Darmkanal des einen Individuums mit dem andern benachbarten unmittelbar zusammen, so daß deshalb eine allen gemeinschaftlich zukommende Höhlung vorhanden ist, welche sich nach verschiedenen Richtungen verzweigt. Die Speise, von einem der einzelnen Polypen aufgenommen, dient so nicht nur zu seiner eigenen Nahrung, sondern zur Nahrung der ganzen Familie. Ein solcher Zusammenhang durch den Darmkanal findet jedoch keineswegs bei allen statt; viele Gattungen nämlich sind nur durch die äußere, den steinernen Stock umgebende Hülle verbunden. Alsdann sind die Verbindungen der Thiere unter einander deutlich erkennbar zwischen der lederartigen Hülle unter dem Steingerüst; sie bestehen aus feinen Fäden, welche wie ein Netz den Polypenstock gleich einem Bast zwischen Rinde und Holz umgeben; man könnte diese Fäden den Nerven vergleichen, wenigstens scheint es, daß durch diese die Mittheilung der Empfindungen geschehe.

Eine solche allgemeine Verbreitung des Lebens über den ganzen Polypenstock macht nun auch die Art der Vermehrung wenigstens begreiflich, wenn nicht erklärlich; man kann es denkbar finden, daß überall auf dem Stamme Knospen entstehen, wenn man das Ganze als *ein* Individuum betrachtet; es ist dann wirklich nichts weiter als eine sehr große Aehnlichkeit mit der Knospenbildung der Pflanzen, welche bekanntlich auch an allen Theilen des Stammes und der Zweige möglich ist. Die Knospe ist dann nicht eine besondere Pflanze, sondern nur ein Theil des Ganzen: durch Trennung von dem Hauptkörper kann sie selbst ein Ganzes, kann sie eine besondere Pflanze werden, wie einem jeden Blumenliebhaber bekannt ist. Der *Ableger*, welcher die Bedingungen des selbstständigen Lebens in sich hat, wird nach und nach ein *Baum*.

Bei den Polypen aber hat die Natur die Vermehrungsart auf die äußerste Spitze getrieben, indem jede beliebige Theilung, Trennung, Zerreißung immer wieder neue Individuen erzeugt; neben dieser Art der Fortpflanzung geht die durch die Eier oder das Gebären lebendiger Jungen (Embryonen) auch noch fort, und es ist wunderbar anzusehen, wie sich

in dem Magen dieser gefräßigen Thiere zwischen der verdauten Nahrung Eier bilden, aus diesen Junge entstehen und diese endlich aus der Mund- und gleichzeitigen Afteröffnung kriechen, indeß die Mutter sich in ihrem Raub-, Freß- und Verdauungsgeschäft gar nicht stören läßt.

Höchst merkwürdig sind in dieser Hinsicht diejenigen Thiere, welche man Synapten nennt, die jedoch zur Klasse der Echinodermen und zur Ordnung der Holothuriden gehören. An einem fingerdicken, aber anderthalb Fuß langen, glasartig durchsichtigen Leibe sitzt um die Mundöffnung ein Kranz von Armen, mittelst deren das Thier seine Nahrung sucht und fängt; da der durchsichtige Schlauch immer eine Menge eckiger Sandkörner und Steintrümmer enthält, man aber die daran haftenden kleinen Würmchen nicht sieht, könnte man beinahe meinen, die Synapten lebten von Quarz oder Granit.

Die Thiere sondern unfreiwillig einen Theil ihres walzenförmigen Körpers nach dem andern ab; es zieht sich etwa einen Zoll vom Ende der Cylinder zusammen, er verengert sich, es entsteht eine Schnürung, hinter welcher das abgesonderte Stück kugelförmig abgerundet und stark gespannt wird, indem der Inhalt des vorderen Theiles sich nach hinten drängt, um so mehr, je mehr die Schnürung zunimmt, bis sie so weit geht, daß eine Trennung erfolgt. Die abgeschnittene Kugel lebt nun selbstständig fort und die Walze auch, aber diese sondert abermals einen zolllangen Abschnitt von ihrem Körper ab; so wird derselbe immer kürzer, bis er, nachdem 15 oder 20 Kugeln abgeschnürt worden sind, selbst zu einer solchen Kugel geworden ist, welche sich nur durch die Arme von den anderen unterscheidet. Diesen abgeschnittenen Theilen wachsen aber auch Arme; sie bohren sich mittelst derselben in den Meeressand ein und wachsen dort walzenförmig aus, bis sie endlich sich wieder auf die angegebene Art theilen. Sie haben übrigens Fortpflanzungsorgane und legen befruchtete Eier; es ist diese freiwillige Theilung eben keine Bedingung der Fortdauer der Art.

Zu jenem allgemeinen Leben und Weiterwachsen der Polypen gesellt sich etwas schwerer Erklärliches: das Ausbilden der Steinmasse, welche sie stützt. Obwohl die Form dieses Steingerüstes tausendfältig wechselt, Fächer, Kugeln, Becher, Trichter u. s. w. bildet, können wir doch unbeschadet aller übrigen bei der Form des Baumes stehen bleiben, denn was für diese gilt, das gilt für die anderen auch.

Der Anfang eines jeden Korallenstockes wird von einem Polypen gemacht. Das gefräßige Thier scheint ununterbrochen zu rauben und zu verdauen, und obwohl es täglich vielleicht dreißig-, vierzigmal sein eigenes Gewicht zu sich nimmt, so bleibt es doch bei der geringfügigen Größe eines Stecknadelknopfes, in der wir es kennen. Das Gewebe des Körpers dieser

wunderbaren Thiere scheint ungemein locker; rund um die Stelle, an welcher es festsitzt, häuft es die aus seinem Körper, nicht aus dem Munde, sondern aus dem Zellengewebe des Säckchens, aus dem es besteht, abgesonderte Substanz.

Die Thiere, welche der Polyp verzehrt, haben zum großen Theile kalkartige Schalen, Hüllen; das Meerwasser, in welchem der Polyp sammt seiner Beute lebt, enthält des Kalkes in beträchtlicher Menge aufgelöst, und Kalk, an Kohlensäure gebunden, ist es, was das Thier in Menge von sich giebt.

Bald hat es unter sich ein kleines Knöpfchen gebildet, auf dessen Spitze es sitzt; das Knöpfchen aber wächst immerfort, denn es ist so gut wie die Knochen der Thiere (phosphorsaurer Kalk) einer Umbildung und Weiterbildung fähig, und so wie in den thierischen Knochen (d. h. in einem Stück Kalk, in einem Mineral) sich die organische Entstehungsweise durch die Anwesenheit des Leimes verräth, so ist Gallert und stickstoffhaltige Substanz auch in dem Steinbaume, gleichsam dem Knochengerüste der Korallen; der Gehalt an organischer Substanz, den man durch chemische Untersuchung in der Koralle entdeckte, schwankt zwischen 2 bis 9 Procent.

Das Knöpfchen wird zum Zweiglein, zum Stämmchen; aus dem Munde der Mutter entwickeln sich neue kleine Thiere; aus den Zweigen wachsen solche als Knospen hervor; der Stamm wird durch die Verdauung vieler ihm zugehöriger Polypen immer stärker; sein strahliges Gefüge verräth dem am Mikroskop beschäftigten Forscher die Adern, durch welche die Nahrung des Knochengerüstes nach allen Richtungen hin strömt.

In dem Maße, als die älteren Theile des Polypenstockes absterben, wachsen die jüngeren fort und verbreiten sich nach allen Richtungen; das junge Geschlecht baut sein Haus auf dem Kirchhof seiner Eltern und strebt so stets höher und höher, bis die Oberfläche des Meeres erreicht ist und diese seinem ferneren, nach oben gehenden Wachsthum eine unübersteigliche Schranke setzt.

Glückt es nun auch den Wogen, einen Theil des Gebäudes loszureißen und in Staub zu zermalmen, so macht dies nichts aus, denn die junge, millionenfach vermehrte Nachkommenschaft arbeitet rastlos vorwärts und spottet der Wogen, deren rohe Gewalt machtlos ist gegenüber der in ihnen wohnenden Lebenskraft. Masse reiht sich an Masse; aus dem vereinzelten Stamme wird ein Korallenfels, ein Riff, wird eine Insel oder ein Felsendamm von Hunderten von Meilen Länge, wird ein Gebirge, und nur dem Forscherauge wird es offenbar, daß diese todte Steinmasse dem Lebendigen entstammt.

Die Bauten der Korallen, welche noch jetzt in der Südsee bei der Arbeit beobachtet werden können, sind oft von sehr merkwürdiger Gestalt,

deren Entstehung erst durch Charles Darwin ihre Erklärung gefunden hat. Man unterscheidet im Allgemeinen drei Arten von Korallenriffen:

Die Saum- oder Küstenriffe umgeben die Küsten wie ein Saum und finden sich in den tropischen Theilen des stillen Oceans, am ostindischen Archipel, an den Küsten des afrikanischen und amerikanischen Festlandes u. s. w. Von ihnen unterscheiden sich die Damm- oder Wallriffe dadurch, daß zwischen ihnen und der Küste ein Meeresarm sich befindet, so daß sie wie ein Ring die Insel und den diese umschließenden Meeresarm umgeben. Die Lagunenriffe oder Atolls, welche im stillen Ocean und an den Inselgruppen der Maldiven und Laccadiven des indischen Oceans sehr zahlreich sind, bilden ebenfalls bald ovale, bald kreisförmige Ringe, die theils geschlossen sind, theils mehr oder weniger Einschnitte haben, nur daß sich im Innern derselben keine Insel befindet, sondern nur ruhiges Wasser von ihnen umgeben ist. Diese Bauten reichen bis zu einer Tiefe unter dem Meeresniveau, wohin das Loth noch kaum gedrungen ist. Nichtsdestoweniger wissen wir nun, daß riffbildende Korallen nicht in größerer Tiefe als etwa 200 Fuß leben können, obschon andere Korallen in ungleich größerer Tiefe leben; Capitän Roß hat solche aus 2000 Fuß Tiefe hervorgezogen, und sie leben, wie man bei Kabellegungen erfahren hat, in noch viel größerer Tiefe. Die Thiere aber, deren Bauten wir bewundern, konnten also auch nicht in jener Tiefe das Fundament zu diesen gelegt haben, sondern wir müssen annehmen, daß damals, als jene Baumeister ihr Werk begannen, der Boden im Verhältniß zum Meeresniveau höher war, oder mit anderen Worten, daß jene Inseln im Laufe der Zeiten allmählig gesunken sind. Sank aber die mit Korallenriffen umsäumte Küste einer Insel so weit, das die untersten Arbeitercolonieen aus ihrer Lebenssphäre gerissen wurden und abstarben, so waren andere Generationen, um nicht ein gleiches Schicksal zu theilen, gezwungen, anstatt in die Breite, in die Höhe zu bauen, und wenn die Senkung einerseits und die vom Erhaltungstrieb geleitete Bauthätigkeit andererseits in derselben Richtung sich fortsetzte, so mußte aus dem Saumriff schließlich ein Dammriff entstehen, welchen ein Meeresarm von der neuen Küste trennte. Sank endlich die ganze Insel unter den Meeresspiegel, so blieb jenes Riff als Lagunenriff oder Atoll, als alleiniges Denkmal entschwundener Zeiten, innerhalb dessen das stille Wasser, die Lagune, den Ort der einstmaligen Insel, welche von demselben bedeckt wurde, einnimmt. Alle drei Arten von Korallenriffen, auf denen viele Seethiere sich niederlassen, Schutz finden oder sich sonnen, sind demnach nur verschiedene Entwickelungsphasen, bedingt einerseits durch die Senkung des Küstenlandes oder einer Insel, und andererseits durch die Baurichtung der Korallen.

Die folgenden Figuren veranschaulichen diese Verschiedenheit. Das Küstenriff schließt sich, wie der Name besagt, eng an die Küste an, denn

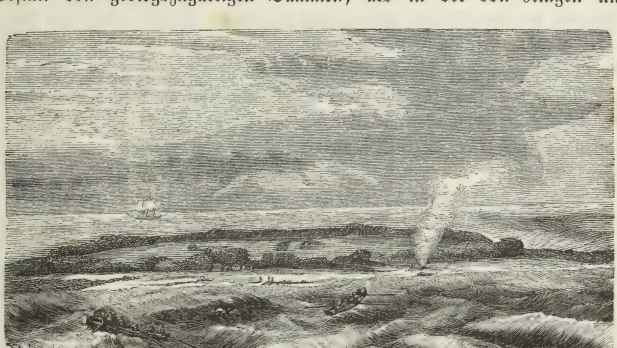
mit einem solchen beginnt die Bauthätigkeit der Korallen und es bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die vorangehende Figur stellt das Wallriff der Insel Banikro im stillen Ocean dar; die weiß gelassene Stelle ist der Meeresarm, welcher die Insel umgiebt, und nimmt die Stelle ein, bis zu welcher die nunmehr gesunkene Küste der Insel sich erstreckte. Rings um den Meeresarm dehnt sich das Wallriff aus. Die nebenstehende Figur stellt die Lagune oder den Atoll Bow im stillen Ocean dar. Die Insel ist nun ganz unter den Meeresspiegel gesunken, das Riff umschließt den Meeresarm. (Uebrigens befinden sich auch innerhalb der Lagune viele Riffe, doch beträgt deren durchschnittliche Tiefe 20 Faden.)

Die riffbauenden Korallen können nur im Wasser leben; die höchste

Höhe, bis zu welcher sie sich anbauen, entspricht daher dem tiefsten Wasserstande der Ebbe. Nichtsdestoweniger wissen wir, daß Korallenriffe über den Meeresspiegel hervorragen und feste Landzungen bilden, welche Pflanzen und Thieren, selbst den Menschen zur Wohnstätte dienen. Die Erklärung hierfür geben wir gern nach der ebenso kurzen als lebendigen Darstellung von Carl Vogt wieder: „Bei Sturmfluthen und niedrigem Wasserstande wird öfters das Riff entblößt, die darauf angesiedelten Meerthiere und Korallen durch die Entblößung getödtet und durch die Bewegung der Wogen und die Brandung aus den Fragmenten der Muscheln, Schnecken und Seeigel, welche das Riff bewohnten, eine Breccie gebildet, die durch feinen Kalksand und Schlamm zu einer festen steinigen Masse zusammengebacken wird. Diese Breccie erhebt sich beständig durch die Anschwemmung des Meeres und die Industrie derjenigen Thiere, welche eine momentane Entblößung nicht fürchten. Das Riff erhebt sich so nach und nach über das Wasser und bildet nun eine gleichförmige steinige Masse, ein wahres Conglomerat, das aus Schalenfragmenten, Seeigelstacheln und Korallenstücken besteht, welche durch einen weißen Kalksand zusammengebacken sind. Zuweilen spaltet sich diese Masse durch den Einfluß der Sonne oder durch die Kraft der Wogen; Blöcke von sechs und mehr Fuß Dicke werden bei bedeutenden Fluthen von dem Meere losgerissen und auf das Riff geschleudert und so allmählich ein Damm aufgeworfen, der mit einer jeden neuen Sturmfluth sich mehr und mehr erhebt und endlich so sehr anwächst, daß nur noch bei ganz außerordentlichen Anstrengungen das Meer ihn überstürzt. Auf diesem Walle von Conglomeraten und Fragmenten sammeln sich nun nach und nach Stücke von Treibholz; Samen, durch die Winde oder durch die Vögel herbeigebracht, keimen auf der Oberfläche des mit Sand bedeckten Walles, und allmählich bedeckt sich dieser mit frischem Grün und üppig gedeihenden Kokosbäumen und kann von den Menschen als Wohnung benutzt werden."

Unzweifelhaft gehören die Korallenpolypen zu den ältesten Bewohnern der Erde, da ihre Bauten bereits in den frühesten Formationen vorkommen; zwar fehlen sie in einzelnen Schichten, z. B. im Muschelkalk der Trias, sind aber dafür in anderen desto zahlreicher vertreten, wie z. B. im Jurakalk, welcher zum größten Theil aus Korallen gebildet ist, und wie in England in der sogenannten Bath- und Oxfordgruppe, deren Gesteine wegen der zahlreich darin vorkommenden Korallen den Namen Coral rag tragen. Sie bilden ganze Gebirgszüge, welche nichts weiter als frühere Riffe und Bänke sind. Dasselbe Gestein bildet einen beträchtlichen Theil des Bodens von Paris; in den ansehnlichsten Massen aber kommt es vor im schweizerischen und deutschen Jura, in Schwaben und in

Franken, wo diese Formation sich über einen Raum von 150 Meilen Länge ausbreitet, eine Gebirgsmasse bildend, welche in Form und Zusammensetzung die größte Aehnlichkeit mit dem 200 Meilen langen Dammriffe von Neuholland hat, welches dereinst (freilich wohl erst nach Millionen Jahren) auf das Trockene gesetzt, auch nichts Anderes als ein Gebirge von Korallenkalk sein wird, wie genau dieselbe Lagerung und Zeichnung in dem Juragebirge und in allen denjenigen, welche von dieser mächtigen Formation den Namen haben, nachgewiesen worden ist, und zwar sowohl in der Gestalt von gebirgszugartigen Dämmen, als in der von Ringen und



Whitsunday-Insel (Pfingstinsel) im Stillen Meer.

Atollen. Von diesen letzteren führen wir in vorstehender Abbildung noch ein schönes Beispiel zur Veranschaulichung vor Augen, während die darauf

folgende eine Ansicht des Wallriffes der Insel Bolabola im stillen Ocean bietet, gesehen von einem hohen Berggipfel der letztern.

Es sind demnach diese kleinen Geschöpfe für den Haushalt der Natur von der größten Wichtigkeit, und es dürfte hierdurch gerechtfertigt sein, daß wir denselben mehr Raum gewidmet haben, als ihre Kleinheit zu verdienen scheint; allein nicht nur sie, sondern auch tausend andere Gestalten haben an dem Bau der Erdrinde gearbeitet und mächtige Steine zu demselben hinzugetragen, so daß wir auch auf diese einen flüchtigen Blick werfen müssen.

Wir finden Kreide und Mergel mitunter sehr weit verbreitet, große Strecken unseres Bodens bildend; es ist nicht lange her, daß man weiß, daß hier nur die Schalen von kleinen Seethieren lagern. Noch im Jahre 1720 glaubte Réaumur der französischen Akademie eine außerordentliche Neuigkeit, etwas sehr Wunderbares zu berichten, als er derselben mittheilte, daß sich in der Touraine (in einer Entfernung von 36 Lieues vom Meere, was für ganz besonders merkwürdig galt) eine Fläche von 9 Quadratmeilen ganz mit Mergel bedeckt fände, der beinahe ausschließlich aus Muschelschalen bestehe.

Was damals unerhört und ganz neu war, befremdet jetzt, bei dem ungemein fortgeschrittenen Wissen in diesem Fache, Niemand mehr; man weis, daß es ganze Bergketten von dergleichen Thierschalen giebt, daß sie nicht nur 30, sondern Hunderte von Meilen vom Meere entfernt vorkommen, und das sie sich bis zu 14000 Fuß über das Meer erheben (nicht sowohl weil das Meer früher etwa so hoch gestanden hat, als vielmehr weil der flache ehemalige Meeresboden bis zu solcher Höhe gehoben worden ist), und man sieht auch noch jetzt die lebenden Generationen Arbeiten machen, welche dereinst zu Gebirgen werden können, wie z. B. bei dem Städtchen Barfleur im Canal von Calais (Bezirk Valognes, Departement Manche) eine Austernbank von 9 Lieues Länge und einer an vielen Stellen gemessenen Dicke von $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fuß liegt.

Doch sehr viel mehr als diese größeren Thiere arbeiten an dem Bau der Erde die kleinen, dem bloßen Auge beinahe oder wirklich unsichtbaren, z. B. die Rhizopoden oder Wurzelfüßer, Foraminiferen, Polythalamien, durch ihre unglaubliche Menge.

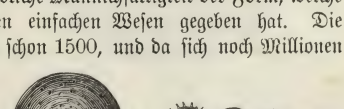
Seitdem es nachgewiesen ist, daß die Kreidegebirge größtentheils aus ihren Schalen bestehen, kann man nicht mehr bezweifeln, daß auch noch andere als die Korallenkalkberge rein organischen Ursprungs sind; was also Elephanten und Walfische niemals zu erreichen vermögen, selbst wenn ihre Gesammtkräfte durch den Menschen auf ein bestimmtes Ziel geleitet würden, das bewerkstelligen die kleinsten Geschöpfe der Erde durch ihre Menge.

Im Meersande findet man oft sehr kleine Muscheln oder Schnecken-

schalen, und schon am Anfange des vorigen Jahrhunderts machten sich Bianchi und Beccaria, gelehrte Italiener, die Mühe, die Muscheln zu zählen, welche sich in dem Meersande von Adria (namentlich unfern Bologna) vorfanden, und es ergaben sich in 2 Loth desselben 1120 Ammonshörnchen. Beccaria fand, daß ganze Hügel auf dem Festlande südlich von Bologna nur aus diesen kleinen Schnecken bestehen. In jenen Zeiten aber, sagt Harting sehr treffend, in denen man gewohnt war, alle solche Erscheinungen auf Rechnung der Sintfluth zu bringen, wurde das große geologische Gewicht dieser Thatsache nur mangelhaft eingesehen, und obgleich spätere Forscher eine große Anzahl dieser kleinen zierlichen Muscheln beschrieben und sorgsam abbildeten, so betrachtete man sie doch eigentlich nur als Curiositäten, sammelte sie in zierliche Kästchen und betrachtete sie mit seinen Freunden durch das Mikroskop oder trug sie in Siegelringen unter dem Schutze eines zur stark vergrößernden Lupe geschliffenen Glases, um sich an den schönen Formen zu erfreuen; aber die eigentlich wissenschaftliche Behandlung begann erst am Anfange des laufenden Jahrhunderts, als man sie nicht mehr im lockeren Meersande, sondern in festen Gesteinen, als Fossile, kennen lernte, als der berühmte d'Orbigny und zuletzt unser noch berühmterer Landsmann Ehrenberg ihre große Verbreitung zeigte und eine Menge wichtiger Eigenthümlichkeiten über sie mittheilte.

Bald wurden diese Entdeckungen durch andere Naturforscher bestätigt und erweitert, so daß die früher in Schmuckkästchen aufbewahrten Foraminiferen in der Achtung Derer, welche die großen, durch das Kleine zu Stande gebrachten Arbeiten zu würdigen wissen, den ihnen gebührenden Rang eingenommen haben, und wir werden sogleich sehen, daß diese kleinen Thiere einen ebenso großen, wenn nicht gar größeren Antheil an der Bildung der Erdrinde gehabt haben als die Korallen, obschon die meisten von ihnen noch viel kleiner und von noch viel einfacherem Bau sind als die letztgedachten.

Bemerkenswerth ist die unglaubliche Mannichfaltigkeit der Form, welche die schaffende Natur diesen kleinen einfachen Wesen gegeben hat. Die Anzahl der bekannten übersteigt jetzt schon 1500, und da sich noch Millionen von Quadratmeilen auf der Erde finden, wo sie als Gebirge lagern, die aber noch gar nicht untersucht sind (nur die leicht zugänglichen, unfern des Meeres gelegenen Länder hat man bereist und durchforscht), so bezeichnet diese Zahl wahrscheinlich nur einen sehr geringen Theil der ungeheuren Menge von Species, welche früher die Meere bevölkert haben.



Polythalamien.

In ihrer einfachsten Form bestehen diese Thierchen aus einem fast unsichtbar kleinen Kügelchen, welches sich in einer nicht viel größeren Schale von der zierlichsten Form verbirgt (siehe die Figur a auf voriger Seite). Die Figur b ist eine gegliederte Fortsetzung dieser ersten; zwei, drei und mehr Kügelchen an einander gereiht und durch einen Faden verbunden, welcher durch alle hindurchgeht. Die Hüllen dieser Thiere sind von ähnlicher Art; allein während die gallertartigen Körper, aus der Schale genommen, alle kugelrund sind, findet man die kalkigen Hüllen immer flach gedrückt, und zwar entweder gerade gestreckt oder wie das Gehäuse einer Schnecke, wofür man sie auch früher irrthümlich gehalten hat, gebogen. Die in der folgenden Zeichnung angedeuteten Kammern sind erfüllt von den unter der Figur b gezeichneten Körperchen; in der innersten wohnt das kleinste, in jeder folgenden ein größeres Thierstückchen oder Abschnittchen. Alle diese Abtheilungen haben ein gemeinsames Leben, aber jede dieser Abtheilungen scheint doch wieder eine besondere Fähigkeit zu haben, für sich zu existiren, wenigstens ist die nebenstehende Figur ganz geeignet, dies glauben zu machen. Sie zeigt den vergrößerten Durchschnitt eines solchen Thierchens. Die breiten Stellen bezeichnen die lebende, gewissermaßen fleischige Masse, welche die Kammern füllt, die schmalen gestreiften Stellen sind die Scheidewände. Diejenigen Streifen in diesen Scheidewänden, welche die größte Ausdehnung haben, deuten die Röhrchen an, durch welche die Kammern mit einander verbunden sind, und durch welche die einzelnen Theile des Thierchens mit einander zusammenhängen.

Foraminifere.

Die Bezeichnung Rhizopoden rührt daher, weil diese Thierchen aus ihrer Protoplasmamasse unzählige Fäden, Scheinfüßchen oder Pseudopodien hervorstrecken, durch die sie sich bewegen, und hierdurch verleitet, hielt man sie früher für echte Weichthiere, für Kephalopoden. Ihre kalkige Schale

besteht entweder aus einer Kammer (Monothalamia) oder aus mehreren (Polythamalia), und sie ist entweder undurchlöchert (Imperforata) oder an unzähligen Stellen durchlöchert (Foraminifera). Bei den letzteren ragen aus diesen Oeffnungen die Arme der Thiere hervor; werden diese Arme zu einem Knäuel aufgewickelt, so verschließen sie die Oeffnungen wie ein Stöpsel.

Die wunderbaren Geschöpfe werden sowohl todt als lebend unter allen Himmelsstrichen angetroffen; die Gebirge der heißen, der gemäßigten, der kalten Zonen haben sie ebenso versteinert, wie die Meere derselben Zonen verwandte Thiere noch jetzt lebend aufweisen. Von der ungeheuren Anzahl derselben erhält man einen Begriff, wenn man erfährt, daß der Sand der Mittelmeerküsten zum größeren Theil aus den Schalen noch jetzt lebender Rhizopoden, Polythalamia-Arten besteht, und Bianchi zählte 1739 in einem Eßlöffel Seesand 6000 Individuen. Da dieselben, soweit sie lebend sind (und man kennt deren tausend verschiedene Arten), eine freiwillige Bewegung haben, nicht wie die Polypen — die unveräußerlichen Leibeigenen ihres Bodens — an der Scholle kleben, sollte man meinen, sie würden sich sehr allgemein verbreiten; doch ist dies keineswegs in der Ausdehnung der Fall, welche man voraussetzen sollte, und ihre geographische Verbreitung hängt sowohl von der Formation des Landes als von den Meeresströmungen ab, was man besonders an den Küsten von Südamerika wahrnimmt. Eine der mächtigsten Meeresströmungen ergießt sich fort und fort aus dem Polarmeere auf die Spitze der Continente zu und wird unter Anderem vom Cap Horn aufgefangen und getheilt. Ein Zweig dieses Stromes läuft westlich von Südamerika längs der Küste von Chile äquatorwärts, ein anderer Theil läuft östlich von demselben Lande längs der Küste von Patagonien und Brasilien nordwärts.

Wenn nun der Strom kalten Wassers auch die Foraminiferen aus den Polargegenden herauf nach den wärmeren Meeren führt, so theilt das Cap Horn nicht allein diesen Strom, sondern auch die darin schwimmenden kleinen Schnecken, worunter 50 verschiedene Arten in den Meeren von Brasilien vorhanden, indeß 30 andere die Westküste (Chile) bewohnen, nur eine einzige Species ist beiden Meeren gemeinschaftlich.

Die Sache ist so außerordentlich wunderbar, daß man Grund hat, ihre Thatsächlichkeit in Zweifel zu ziehen, das heißt nicht, daß hier so viel und dort so viel Species verschiedener Arten wohnen — dies ist vollkommen factisch — wohl aber, daß die 80 verschiedenen Species gemeinschaftlich lebend im Polarstrome vorhanden sind, von ihm nach Südamerika geführt werden und sich dann so eigensinnig theilen, daß ihrer 50 gegen Sonnenaufgang und 30 gegen Sonnenuntergang wandern. Es wäre inter-

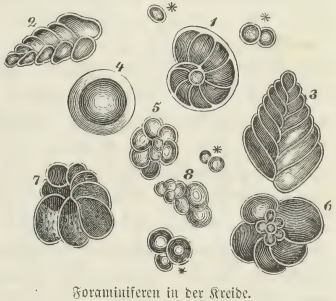
essant, dies zu untersuchen, man müßte Wasser aus dem Polarmeere in verschiedenen Tiefen zu erhalten suchen und sehen, ob diese Thiere darin vorkommen. Schreiber dieses bezweifelt eine solche Theilung in dem Strom; er glaubt, daß diese Wesen so genau nach den beiden Himmelsgegenden getrennt sind, beweise nicht, daß sie früher beisammen waren, sondern daß sie ihre Wohnsitze wenig oder gar nicht verlassen und gewiß nicht gegen die Strömung, d. h. vom Aequator polwärts wandern, um sich mit einander zu vermischen; vielleicht ist diejenige Species, welche in beiden Meeren gemeinschaftlich angetroffen wird, die einzige, die das Polarmeer bewohnt und gerade deshalb mit dem Polarstrom auf Südamerika geführt, sowohl östlich als westlich sich verbreitet.

Die Verbreitung dieser Urwesen ist wahrscheinlich in der Vorzeit sehr viel größer gewesen als jetzt, und sie haben zu vielen hundert verschiedenen Species friedlich beisammen gelebt. In der Umgebung von Wien trifft man z. B. über 288 Arten als fossil, als versteinert und Gebirgsstrecken bildend an. Auf dem ganzen Festlande von Europa, so weit dasselbe von wissenschaftlichen Männern durchforscht ist, also im nördlichen Italien, in Deutschland und in Frankreich, ebenso in England und Schweden, findet man diese Geschöpfe in Versteinerungen in unglaublicher Menge verbreitet. In dem Grobkalk des Pariser Beckens zählte man in dem kleinem Raum von einem Kubikzoll 58 000 Stück derselben, was auf etwa 10 Kubikfuß schon so viel beträgt, als Menschen auf der ganzen Erdoberfläche wohnen, und man kann ohne Uebertreibung behaupten, daß ganz Paris und die umliegenden Ortschaften, selbst bis in die benachbarten Departements, nur aus den Schalen dieser Organismen gebaut sind, was übrigens (da man in jener Gegend fast ausschließlich aus Kalkbruchsteinen baut) durchaus nicht wunderbarer ist, als wenn man sagt, der Montmartre besteht aus solchen Foraminiferen; denn begreiflich ist das Material, welches zum Bau jener Städte verwendet worden, nur ein äußerst geringer Theil der Masse, welche dort Lager von Hunderten von Quadratmeilen Oberfläche bildet. Aus dem Gestein, welches eine Kubikmeile herzugeben vermag, kann man alle Städte der Erde aufbauen.

Ebenso wunderbar als die Anhäufung der Foraminiferen im Grobkalk, ist sie im Sande der Dünen und in der Kreide. Letztere ist ganz und ausschließlich das Werk derselben.

Die Geschöpfe sind so klein, daß ein zwölftel Zoll genügend lang ist um 300 neben einander zu stellen. D'Orbigny hat sich um die Beschreibung dieser Lebewelt großes Verdienst erworben; Ehrenberg aber hat eine neue Methode erfunden, dieselben, denen das Pulvern und das Schlemmen der Kreide nichts anhaben kann, weil sie so klein sind, daß sie von der

Keule der Reibeschale nicht angegriffen werden, zu betrachten. Die Methode besteht darin, daß man etwas Kreide benetzt und auf das plane Glas, welches die Objecte trägt, aufstreicht, dann, nachdem der Anstrich getrocknet ist, ihn mit irgend einem Balsamöl tränkt; hierdurch wird die Kreide durchscheinend, und es trennen sich nunmehr die noch zusammenhängenden Schalen ganz deutlich von demjenigen Antheil, welcher in Atome zerfallen ist; wie unzerstörbar die Schalen aus dem zerbrechlichsten Material ihrer Kleinheit wegen sind, geht daraus hervor, daß die Kreidefläche einer durch die Stahlwalze polirten Visitenkarte aussieht wie ein Mosaikbild von tausend verschiedenen Formen. In dem nachfolgenden Bildchen ist der Versuch gemacht, einige dieser Gestalten vergrößert wiederzugeben. Fig. 1 zeigt Planulina turgida, nebst zweien Anfängen. 2 und 3 sind verschiedene schlanke Formen der Textularia aciculata. 4 ist Textularia dilatata, es scheint jedoch nur ein Bruchstück zu sein. 5 und 6 zeigen die Rotalia globulosa, 7 die Rotalia perforata, und 8 ist die Textularia globulosa. Die mit Sternchen bezeichneten sind Bruchstücke verschiedener Species. Im allgemeinen ähnliche, dennoch deutlich zu unterscheidende und zu klassifizirende Gestalten.



Foraminiferen in der Kreide.

Da die Schalen von so außerordentlicher Feinheit sind, daß selbst Reiben im Mörser und Glätten mit dem Polirstahl sie nicht verletzt, so läßt sich annehmen, daß der Druck, den sie durch das Aufeinanderschichten zu berghohen Massen erleiden mußten, ihnen noch weniger gethan; denn da dieser Druck allseitig und ruhig war, konnte er eigentlich nicht zerstörend wirken. Es dürfte nun fraglich sein, woher der gestaltlose Kalk kommt, welcher die Schalen umgiebt? Die erste Ansicht spricht allerdings dafür, daß es dennoch zertrümmerte Schalen waren; allein dann würde bei einer 250- bis 300maligen Vergrößerung, welche man anzuwenden genöthigt ist, sich dieser Staub doch als Bruchstücke der Schalen erweisen; obschon man ganze und zertrümmerte Schalen sehr deutlich erkennen kann, so unterscheidet sich von ihnen doch ganz deutlich der amorphe (gestaltlose) kohlensaure Kalk; er bildet, so wie das Ganze für das bloße Auge, so in diesem Antheil auch für das Mikroskop nichts als Staub.

Bekanntlich waren schon die Alten der Meinung, daß aller Kalk, wie

wir ihn gegenwärtig in mächtigen Lagern große Gebirgszüge bilden sehen, durch Vermittelung der Organismen sich gebildet habe, und es ist ein bekanntes Wort: „omnis calx ex vivo.“ Allein dieses Wort haben die Forschungen der neueren Zeit, freilich in staunenswürdiger Weise, doch nur zum Theil bewahrheitet. Denn wir müssen auch Kalkablagerungen ohne Vermittelung der Organismen annehmen; solche finden sich aus Zeiten, in denen organische Wesen noch keine bedeutende Rolle auf der Erde spielten. Ferner spricht auch die Structur vieler Kalksteine, insbesondere der körnigen und concretionirten Kalksteinmassen, gegen ihre organische Entstehung, und auch das Mikroskop, welches in dem dichten Kalksteine nicht Thierschalen als integrirende Bestandtheile desselben erkennen läßt. Ueberdies giebt es bekanntlich auch Kalke, welche nicht aus dem Meerwasser, sondern aus süßen Wassern entstanden sind, Süßwasserkalke, und die unzweifelhaft durch chemische Ablagerungen sich gebildet haben. Der Kalkstein, welcher aus kohlensaurem Kalk besteht, ist in reinem Wasser unlöslich, in kohlensäurehaltigem aber löslich. Da nun alle Wasser Kohlensäure enthalten und in früheren Erdperioden wohl noch mehr als jetzt enthielten, so konnte kohlensaurer Kalk in ihnen gelöst sein. Durch Verdunstung eines Theiles des Wassers oder durch Verlust an Kohlensäure mußte eine Ausscheidung von kohlensaurem Kalk erfolgen. Außer anderen Umständen, welche einen Verlust an Kohlensäure herbeiführen können, z. B. Verringerung des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre und damit ihres Druckes, sind bei jenem Ablagerungsprozeß auch die Pflanzen betheiligt, indem sie dem Wasser Kohlensäure entziehen.

Endlich giebt es unter Anderem unfern des Pfarrdorfes Benningen am Neckar, im Oberamte Ludwigsburg, und an dem Hochsträß bei Pappeln, unfern Blaubeuren, an dem Wege von dem Blauthal ins Donauthal Süßwasserkalke, welche eine kreideartige Beschaffenheit haben und auch als Süßwasserkreide bezeichnet worden sind. Dort liegt sie ziemlich mächtig auf einer Unterlage von blauem Thon. Sie ist der Seewasserkreide in Ansehen und in ihren übrigen Eigenschaften vollkommen gleich, allein bei der Untersuchung durch das Mikroskop findet man keine Spur von jenen Foraminiferen, wodurch die Kreide aus Seethieren sich auszeichnet, was natürlich ist, da die Foraminiferen nur im Meerwasser leben. Es haben sich also hier große Massen amorphen kohlensauren Kalkes gebildet, welcher in einem so lockeren Zusammenhange geblieben ist, als die Kreide ihn gewöhnlich zeigt, ohne daß die Schalen von Seethieren einigen Antheil daran haben. Wir kennen keinen Vorgang, der dieses erklärte, als den Niederschlag aus Auflösungen. Hat ein solcher nun die Süßwasserkreide ganz gebildet, so ist es auch möglich, daß theilweise der amorphe

kohlensaure Kalk in der Foraminiferen-Kreide denselben Ursprung hat, während ein anderer Theil durch Zermalmung der kleinen Schalen entstanden ist.

Noch eine Klasse von Geschöpfen dieser kleinsten Art müssen wir betrachten; es sind die Diatomeen, Gallionellen, Bacillarien ꝛc., nicht kalkschalig, sondern kieselschalig. Es macht dies einen wesentlichen Unterschied, welcher, wenn die Bekleidung entscheidend wäre für die Stellung der Organismen in den wissenschaftlichen Systemen, vielleicht am meisten geeignet wäre, den Streit zwischen Zoologen und Botanikern über ihr Anrecht an diesen kleinen Organismen ꝛc. zu entscheiden; man findet nämlich die Bekleidungen der Schalthiere fast nur aus Kalk bestehend, wogegen die Rinden der Pflanzen größtentheils Kiesel enthalten, und zwar im Stroh ebenso wie im Schilf oder im Bambusrohr und im Schachtelhalm, in welchem letzteren es so weit geht, daß es Stahl angreift. Man kann mit dem Schachtelhalm, wie ihn der Tischler zum Feinschleifen des Holzes braucht, polirten Stahl blind machen, und ein scharfes Messer legt durch einen Schnitt über ein Stück Bambus- oder Spanischrohr, ja schon über unser Schilfrohr, seine Schneide um; Hummer, Auster, Perlmutter, Meertrompete, und wie sie alle heißen, die größten wie die kleinsten Schalthiere, Testaceen oder Crustaceen, sind mit Kalk bekleidet, und der Meißel des Künstlers, der aus Perlmutter eine Landschaft schneidet, wird kaum stumpf. Allein abgesehen davon, daß, wie wir, als von den Protisten die Rede war, gesehen haben, auf den niedrigsten Entwickelungsstufen des organischen Reiches eine scharfe Grenze zwischen Thier und Pflanze nicht zu ziehen ist und die äußere Bekleidung allein nicht maßgebend ist, bilden die Radiolarien, welche zu den Thieren gezählt wurden, aber besser unter die Urwesen eingereiht werden, Kieselpanzer, und ebenso schaffen sich viele Schwämme, also unzweifelhafte Thiere, die Kieselschwämme, wie der Name besagt, Kieselgehäuse. Eine allgemeine Entscheidung, wohin jene Wesen gehören, ob in das Thier- oder Pflanzenreich, ist auch noch nicht getroffen, und die Botaniker, welche zumeist oben genannte Klasse für sich reclamiren, nennen die Geschöpfe Diatomeen (Spaltpflänzchen, Kieselalgen), die Zoologen, welche sie in das Thierreich verweisen, nennen sie Bacillarien (Stabthierchen). Meist werden die Diatomeen indessen zu den Pflanzen gezählt, desgleichen die Gallionellen; Häckel aber rechnet die ersteren zu den Protisten.

Wie es indessen auch damit sei — jedenfalls hat die Botanik ein größeres Anrecht auf sie, als die Zoologie — so ist ihre Existenz von großer Bedeutung für den Boden, auf welchem wir stehen; denn nicht nur kommen sie noch lebend in dem Schlamme vieler Meeresufer vor,

nicht nur versteinert mit der Kreide in den Rinden der Feuersteine oder als das Material dieser letzteren selbst oder im Steinsalz, sondern sie bilden ungeheure Strecken des Bodens, auf welchem wir fußen. So besteht der Grund der Stadt Richmond und der ganzen Grafschaft gleichen Namens in dem Staate Virginien in Nordamerika aus einer 20 bis 30 Fuß mächtigen Lage von Diatomeen-Kieselschalen, welche man lebend im Eismeere findet. Umgekehrt entdeckte man in Süßwasserseen der Westküste von Afrika lebende Organismen derselben Art, wie sie im fossilen Zustande in Norwegen und Schweden unter dem Namen Bergmehl vorkommen. Die nachstehenden Zeichnungen gewähren eine Ansicht dieser Urwesen oder Pflänzchen. Die Gestalten sind äußerst verschieden: 1 und 2, Coscinodiscus radiatus und excentricus, sind scheibenförmig. 3 Zygoceros Rhombus, würde man in Schwaben ein „Mitschele", eine Semmel, nennen. Navicula viridis, wie ein Kahn gestaltet, 5 dictyocha gracilis, ein Schildchen aus der Haut einer Holothurie. 6 Triceratium striolatum, ist ganz dreieckig gestaltet. 7 Melosira sulkata, ein gereifelter Cylinder, zu den Gallionellen gehörig. 8 Odontella turgida. 9 Ceratoneis, ein zierliches Paragraphenzeichen. 10 Cocconeis striata. Die meisten dieser Wunderthierchen sind aus dem Schlamme des Hafens von Enkhuizen in Holland.

Diatomeen.

Wir sind gewohnt, das Herzogthum Lüneburg als eine Sandsteppe zu betrachten; es ist dies nur stellenweise und nur an der Oberfläche der Fall; der ganze Untergrund desselben, in einer Ausdehnung von mehr als zweihundert Quadratmeilen, besteht aus einem Lager von mikroskopischen Diatomeen, welches eine Mächtigkeit von 30—60 Fuß hat, und man glaubt sogar, daß die Bildung, Vermehrung und das Absterben der Diatomeen noch gegenwärtig fortdaure und der Boden jener ebenen Gegenden sich noch fortwährend durch dieselben vermehre oder erhöhe.

Noch viel mächtiger, und zwar bis zu einer Dicke von 120—140 Fuß, ist das Diatomeen-Lager der Mark, auf welchem Berlin steht, wiewohl es nicht so rein wie das Lüneburger ist, indem noch viele andere Organismen und auch anorganische Körper darin vorkommen.

Was als Bergmehl, als Polirschiefer, als Tripel in verschiedenen Ländern, so z. B. bei Bilin in Böhmen und auf vielen anderen Punkten der Erde, vorkommt, ist nichts als eine Masse von Kieselschalen mikroskopischer Organismen, und sie sind so ungemein verbreitet, daß selbst Capt. James Roß am Südpolarrande sie fand; er sagt, die Küsten von Victorialand sowohl als die Umgegend des Vulkans Erebus sind von Diatomeenschalen gebildet, und dauert die Bildung des Bodens sowohl durch sie als durch die mit ihnen lebenden Foraminiferen noch immer fort, wie denn die Verbindung von Kiesel- und Kalkschalen etwas sehr Allgemeines ist.

Das Vorkommen dieser organischen Reste mit anorganischen Pulvern hat seinen Grund darin, daß die Flüsse eigentliche zerriebene Gesteine in das Meer führen, welche sich nun mit den Organismen mischen; wo dieses nicht der Fall, da kommen sie rein vor, so unter Anderm auf der Insel Java auf verschiedenen Punkten (und zwar bis zu einer Höhe von 4000 Fuß über dem Meere) und an anderen Orten, wo sie dann sogar, wie bereits bemerkt, als Speise dienen, wie in Lappland, oder, wie Humboldt erzählt, im Orinocolande unter den Guaraunen und Otomaken, oder sonderbarer Weise gar als Leckerbissen, wie grade in Java, woselbst diese kieselschaligen Geschöpfe, mit Wasser zu einem Teig gemacht, zu kleinen Rollen geformt, über Feuer getrocknet und unter dem Namen Ampo oder Tohnahampo als eine Art Confect genossen werden.

Wir haben bereits angeführt, daß dieselben über alle Erdstriche von den Polen bis zum Aequator verbreitet sind; indeß man bei allen anderen Organismen der Gegenwart eine Scheidung nach Zonen und Regionen wahrnimmt, scheint es, daß die Diatomeen von Wärme oder Kälte gar nicht berührt werden, wahre Kosmopoliten sind, überall zu Hause, überall ihr Vaterland habend, wo es gut ist: nicht nur die in China und Japan gefundenen sind als identisch mit denjenigen erkannt worden, die in der Ostsee bei Danzig und Königsberg leben, sogar die Bewohner der Küsten von Neuholland, welches in allen übrigen organischen Produkten sich von den alten Continenten unterscheidet, sind über die heißen Striche von Asien und Afrika, wie über die kalten von Europa und Amerika verbreitet; dieselben, welche im Sprudel von Karlsbad entdeckt worden sind, fand man in beiden Polargegenden, und diejenigen, welche an der Oberfläche des Meeres wohnen, holte das Senkblei auch aus der Tiefe von 1800 Fuß, wo sie unter einem Druck von 60 Atmosphären leben mußten.

Das Vermögen, äußeren Eindrücken kräftiger zu widerstehen, als andere organische Geschöpfe es können, ist der Schlüssel zu der Erklärung wichtiger Thatsachen. Es giebt in der Rinde der Erde Schichten von nachweisbar

und ersichtlich sehr hohem Alter, Schichten, welche zu denjenigen gehören, die nach oberflächlicher Erstarrung des Erdkörpers sich zuerst aus einem vielleicht kochenden Meere ablagerten, und in diesem werden die Schalen und Kieselpanzer von Diatomeen (seien es nun Pflanzen oder Thiere gewesen, oder eigentlich keines von beiden, jedenfalls sind es organische Geschöpfe) gefunden, welche vollständig mit den jetzt lebenden übereinstimmen. Die kolossalen Thiere der Vorwelt, die neun Ellen langen Schildkröten und die sieben Ellen hohen Mammuths, die riesigen Krokodile und fliegenden Eidechsen, die großen wie die kleinen Muscheln und Schnecken oder die Pflanzen von einer jetzt kaum zu ahnenden Pracht und Eigenthümlichkeit sind untergegangen, sind spurlos verschwunden aus dem Reiche des Lebenden und ihr Dasein wird nur durch die versteinerten Ueberreste bewiesen. Die kleinen unsichtbaren Diatomeen haben alle die entsetzlichen, durch Feuer und Wasser im furchtbaren Kampfe hervorgebrachten Revolutionen überlebt; die Nachkommen derselben bevölkern noch die Meere, welche die Gebeine jener Riesen der Vorwelt so vollständig von der Erde weggespült haben, daß keins übrig geblieben ist, um seine Art fortzupflanzen. Wird solch eine Widerstandsfähigkeit erklärlich durch eine ungemeine Kleinheit der Geschöpfe, welche, wie schon gesagt, so weit geht, daß ihr der furchtbarste Druck ganzer Gebirge so wenig anhaben kann als der Achatstempel der Reibeschale, so wird hinwiederum die Wichtigkeit derselben in dem Haushalt der Natur augenscheinlich durch ihre große Vermehrungsfähigkeit.

Erzeugen kann man bei diesen Organismen nicht sagen, ein Erzeugen im eigentlichen Wortsinne ist es durchaus nicht, wohl aber ein Vermehren der Individuen durch Theilung, wie bei den Pflanzen durch Ableger. Aus einem Körperchen werden plötzlich zwei, aus jedem derselben bald nachher wieder zwei, aus jedem solchen abermals zwei, und sorgfältige Beobachtung hat gelehrt, daß ein solches Geschöpf unter dem Mikroskop wächst, sich vervielfältigt in einer Weise, daß unter günstigen Umständen eine Diatomee binnen 48 Stunden eine Million und binnen vier Tagen 150 Billionen Individuen bilden kann. Nun dürfte dies thatsächlich vielleicht in der Natur nicht vorkommen; allein unzweifelhaft ist es, daß in manchen Gewässern ihre Anhäufung sichtbar und meßbar ist. Der im Hafen von Pillau (bei Königsberg in Preußen) abgesetzte Schlamm besteht beinahe zur Hälfte aus mikroskopischen Organismen, welche zu einer ununterbrochenen Thätigkeit hinsichts des Reinhaltens und Ausbaggerns auffordern, da die anwachsende Masse sich alljährlich auf 14 000 Kubikmeter beläuft. Ließe man ihnen Zeit sich festzusetzen, so würde der Hafen bald unfahrbar werden, und im Laufe eines Jahrhunderts hätten wir daselbst ein Diatomeen-Lager von anderthalb Millionen Kubikmetern (d. h. ungefähr

400 000 Kubikklaftern); dasjenige räumliche Maß, welches wir beim Holzkaufen eine Klafter nennen, ist gerade die Hälfte einer Kubikklafter.

Diese Wesen leben meist auf dem Grunde süßer und salziger Wässer, und bilden daselbst einen gelblichen oder grünlichen schleimigen Ueberzug. Zuweilen aber werden sie, besonders im Sommer in stehenden Wässern in Folge von Gasentwickelung, an die Oberfläche gehoben und bedecken dieselbe oft in ihrer ganzen Ausdehnung. Kaum ist diese grüne Decke fortgenommen, so ist alsbald eine neue da, und bei dieser ungeheuren Vermehrungsfähigkeit ist es trotz ihrer Kleinheit begreiflich, daß sie in ausgedehnten Lagern vorhanden sind, das aus ihren Kieselpanzern, aus denen alle organische Materie bald nach ihrem Tode fast vollständig verschwindet, sich Schichten aus fast reiner Kieselerde bilden, und zwar solche von 30 Fuß Mächtigkeit und von vielen hundert, ja vielen tausend Morgen Ausdehnung. Uebrigens lebten in früheren Perioden größere Wesen dieser Art, von denen man in den Triasschichten die sogenannten Bactryllien findet, welche stäbchenförmig gebildet sind.

Das Merkwürdigste aber bleibt die Anziehung, welche diese Lager poröser Kieselerde auf das Wasser ausüben, in deren Folge sie es weit über das hydrostatische Niveau emporzuheben zu vermögen scheinen, so daß sich an Orten Quellen finden, wo man sie außerdem nicht zu erwarten, noch zu erklären vermöchte. „Genährt durch die Capillarität*) todter Infusorienmassen und Nährer von andern, die auf der Oberfläche der übrigen leben und allmählich absterben, erhöhen sie hierdurch den Boden und die Quellen immer mehr. Einige eisenoxydhaltige Species**) unter ihnen setzen die ockerartigen Gebilde zusammen, die in manchen Quellen entstehen. Wie auf dem Lande (Barbados) in Süßwassern die kieselpanzerigen kleinen Magenthierchen, so setzen im Meere die ebenfalls kleinen von Ehrenberg vorläufig als Polycystinen***) bezeichneten, noch sehr wenig bekannten Thierchen sowohl als die Foraminiferen ganze Schichtenmassen zusammen."

Die Torflager bestehen zwar ihrer Hauptmasse nach aus Pflanzenresten, zwischen ihnen aber sind die kleinen Kieselprotisten noch fortwährend thätig, Stoffe zu scheiden und die Oberfläche zu gestalten, indem sie durch ihr geselliges Leben die Kieselerde stellenweise zusammenführen und selbst in Häufchen oder Klümpchen gestalten. In tiefern, zuweilen selbst schon

*) Allgemeine Zoologie von Braun. Ob sich Capillarität als Ursache dieser Wassererhebung wird annehmen lassen, will der Verfasser nicht behaupten.

**) Dieselben gehören der Pflanzengattung Gallionella an, nehmen Eisen aus eisenhaltigen Quellen auf, und ihre Reste bilden einen Bestandtheil des Raseneisenerzes. A. d. H.

***) Mit diesem Namen bezeichnet man gegenwärtig die gitterförmigen Kieselschalen der Radiolarien. A. d. H.

wieder von Sandsteinlagen bedeckten Teufen der Torflager giebt es nach Ehrenberg sogar noch belebte mannichfaltige Wesen jener Klasse, welche solchen Arten angehören, die an der Oberfläche nirgends mehr lebend gefunden werden, dort unten aber im Stande zu sein scheinen, ihre einfachen Lebensäußerungen fortzusetzen, sich zu nähren, zu bewegen und fortzupflanzen. Das sind in der Tiefe noch lebende Individuen von solchen Arten, die auf der Oberfläche nur als todte Reste untergegangener Geschöpfe vorkommen.

Unsere Leser werden sich jetzt nicht mehr wundern, wenn sie in diesen Blättern, welche doch die ganze Erde umfassen sollen, so kleinen, unbedeutenden Geschöpfen so viel Raum gewidmet sehen; derselbe scheint ihrer Wichtigkeit nur gerade angemessen. Die oben genannten 150 Billionen Diatomeen bilden gerade zwei Kubikfuß von dem Biliner Polirschiefer, der nur aus ihren Schalen besteht; ausgedehntere Lager von bedeutender Stärke, nur ihnen angehörig, findet man auf allen Punkten der Erde. Wenn Ehrenberg von einem Felsen auf der Insel Barbados erzählt, welcher 1100 Fuß hoch und größtentheils aus mikroskopischen Organismen zusammengesetzt ist, so ist das nur ein bekannt gewordenes Beispiel von den vielen Tausenden, welche noch nicht bekannt sind. Mächtige Mergellager sind zur Hälfte aus den Kieselschalen der Diatomeen, zur Hälfte aus den Kalkschalen der Foraminiferen gebildet; die Knollen von Feuersteinen, welche in der Kreide in so großer Menge vorkommen, sind aus ihren Resten entstanden, und die Vulkane werfen bei ihren Ausbrüchen ganze Wolken solcher Kieselschalen aus, die, durch die Wirkung des unterirdischen Feuers nur wenig verändert, durch ihre Erstreckung über mehrere Hunderte von Meilen ihre Zartheit beweisen, so wie durch ihr Erscheinen in den Tiefen der Erde überhaupt die noch gar nicht geahnte Ausdehnung und Verbreitung bis in unbekannte Regionen.

Haben diese kleinen Geschöpfe für fast alle Schichtenbildungen der Erde Bedeutung und bevölkern sie noch jetzt den Boden unserer Gewässer, waren die Foraminiferen die Baumeister der Kreide: so ist für die untersten Gebilde der Tertiärformation eine Gattung der Foraminiferen besonders wichtig und charakteristisch, die Nummuliten, jene Riesen unter den Wurzelfüßern oder unter den Protisten, deren Kalkschalenreste die mächtigsten Gebirgszüge auf Erden bilden. In den Alpen und den Pyrenäen, im Kaukasus und Libanon, im Himalaya und Altai, in Aegypten, Algier und Marokko läßt sich eine mächtige gleichartige Schichtenreihe verfolgen, welche aus den Resten jener in der ältesten Tertiärzeit sich ihres Daseins freuenden Geschöpfe besteht, welche übrigens das Material zu den ägyptischen Pyramiden hergegeben haben. Nach diesen Wesen benennt man jene Schicht als

Nummulitenschicht, Nummulitensystem oder Nummulitenkalk. Sie haben dort ihr Grab gefunden, ohne Nachkommen zu hinterlassen, und es läßt sich von ihnen kaum mehr sagen, als daß sie von scheibenförmiger Gestalt waren, und daß ihre Schalen aus mehreren durch Scheidewände getrennten Kammern bestanden. Die nachstehenden, nach Vogt's Lehrbuch der Geologie wiedergegebenen Figuren mögen zur Veranschaulichung dienen.

1

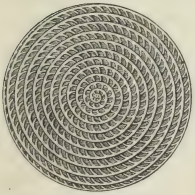
Nummulites nummularia. Von oben.

1a

Von der Seite.

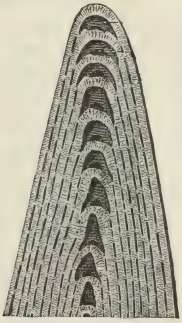
2a

2b



1b

Horizontaldurchschnitt der Schale.



1c

Stark vergrößertes Stück eines Querschnittes.

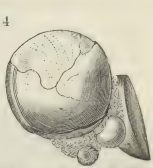
2c

Nummulites planulata, vergrößert.
a von der Seite.
b von vorn.
c Jung, stärker vergrößert.

3

Nummulitenkalk aus den Pyrenäen.

Nummulites laevigata, aus dem Pariser Grobkalk.

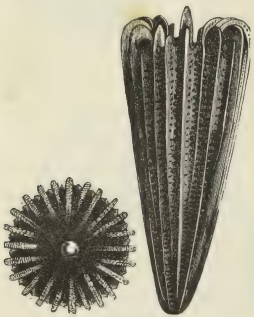


4

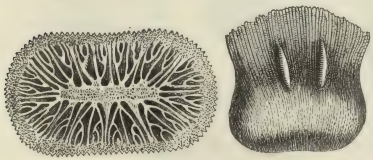
Wenn man die höher organisirten Thiere ähnlicher Kleinheit oder wenigstens nicht viel größerer Ausdehnung, die Polypen, in den tertiären Formationen nicht in solcher Menge findet als in den Schichtungen früherer Epochen, so beweist dieses nicht gerade, daß ihrer zu jener uns näheren Zeit weniger gewesen sind, sondern es mag daher rühren, daß in den tertiären Schichten Meeres- und Süßwasserablagerungen häufig mit einander

abwechseln, und daß diejenigen, welche uns an der Erdoberfläche zugänglich, mehr Süßwasser- als Seewassergebilde sind; die Polypen der süßen Gewässer aber haben so zarte Hüllen, daß sie nicht leicht Ueberreste zurücklassen; sehr möglich ist es, daß die Sedimentgesteine des Meeres, welche die Polypen enthalten, noch am Grunde des Meeres ruhen, noch gar nicht erhoben sind, und daß eine in späteren Jahrtausenden der Erde bevorstehende Umgestaltung diese erst zu Tage bringt. Es fehlen die Polypen übrigens keineswegs, sie sind nur nicht so häufig als in den älteren Schichten, in denen die Seegebilde vorherrschen.

Einige der schönsten wollen wir hier aufführen; sie gehören dem Grobkalk, also den untersten tertiären Schichten an und werden überall getroffen, wo diese Bildung sich in größerer Anhäufung zeigt; es sind die Turbinolia und die Eupsammia, von denen die erstere vielleicht zu der Ansicht verführt hat, daß Crinoiden in den Schichten der dritten Hauptepoche vorkommen; denn oberflächlich betrachtet, haben diese Polypenstöcke eine nicht geringe Aehnlichkeit mit den Crinoiden, allein sie stehen niemals auf einem Stiel oder Stengel, welcher für die letztgenannten ganz charakteristisch ist, und zeigen auch keineswegs jene gefährlichen beweglichen Fangarme, sondern sind, soweit ihre vorliegende steinige Masse reicht, nichts weiter als ein besonders schön geformter Polypen- oder Korallenstock, in dessen unzähligen Höhlungen die kleinen Thierchen saßen, welche gewissermaßen nur die beweglichen äußersten Theile der ganzen Colonie sind, die zusammengenommen ein einziges Thier ausmacht. Bewunderungswürdig ist die Regelmäßigkeit, mit welcher die Glieder, die im Ganzen beinahe wie ein gefalteter Schirm aussehen, in einander gefügt sind.



Turbinolia.



Eupsammia.

Eine andere bewunderungswürdige Form ist die der Eupsammia, welche von der verkehrten Seite, da, wo sie an den Boden geheftet, wie ein kleines Ei aussieht, jedoch nach oben zu ausgebreitet eine becherförmige, dem Ei an Größe entsprechende Höhlung bildet und in

dieser die verästeten Scheidewände der Höhle trägt, welche das wunderbare Thier bewohnt. Ganz Gleiches und die gedachte Ansicht vielleicht bestätigend, findet statt mit den sternförmigen Thieren; auch die wunderbaren Thierblumen, die Crinoiden, fehlen, so wie die Spongien oder Seeschwämme ganz; von den Crinoiden findet man allerdings einige in dieser sowohl als in der ganz letzten Erdumbildungsperiode. Der Verfasser hat deren mit der Bezeichnung der Fundorte versehene in umfangreichen Cabinetten gesehen, welche sogar dem Geschiebe und Gerölle angehören, das zuoberst auf den tertiären Schichten lagert; allein dieses Gerölle gehört eben älteren Perioden an, seine Form als Gerölle ist neu, sein Ursprung sehr alt. Niemand, der Granitbrocken im Sande der Landes von Südfrankreich oder in dem von Norddeutschland findet, wird glauben, der Granit gehöre der jüngsten Formation an; so wie es Granitfindlinge aller Größen giebt, so giebt es auch Kalk- und andere Geschiebe, und in diesen entdeckt der aufmerksame Forscher nicht selten Versteinerungen, auf das Schönste erhalten, aus allen möglichen Epochen der Erdumbildung, wie die Ströme dieselben von den Gebirgen hernieder gerollt haben, oder wie Eisschollen sie aus noch viel ferneren Gegenden herüberbrachten.

Viel zahlreicher sind in dieser dritten Hauptepoche die Schnecken und Muscheln vertreten; abgesehen von der Unzahl der Exemplare, sind sogar an verschiedenen Arten schon über 4000 entdeckt, gesammelt, gezeichnet und beschrieben worden. Die meisten, ja reichlich vier Fünftheile derselben, gehören nicht allein der Vorwelt, sondern der Gegenwart an, werden in den verschiedenen Meeren noch jetzt lebend gefunden, und die wenigen, welche nicht der Gegenwart angehören, sind wieder dieser tertiären Formation ausschließlich eigen und reichen nicht in frühere Epochen zurück; nur fünf findet man auch noch in dem obersten Gebilde der secundären Formation, in der Kreide.

Auch diejenigen Weichthiere, von denen wir bereits früher sprachen, die Sepien und Belemniten, mit einem flachen, in eine Spitze auslaufenden Rückenknochen, verschwinden in der tertiären Formation ganz, so wie dieselben auch der Gegenwart fehlen; einen Uebergang zu dem jetzigen Tintenfisch mit dem leichten, zelligen Rückenknochen ohne allen hornigen Fortsatz bilden die Gattungen Beloptera und Belosepia, deren langer, schmaler Rückenknochen statt des starken und großen Kegels der Belemniten einen gekrümmten kurzen Schnabel hat, worin sich gleichfalls eine gewisse Selbstständigkeit der Bevölkerung dieser Periode ausspricht, die nur selten und nur in einzelnen Gliedern in die Urwelt zurückreicht.

So weit die Conchylien, welche man in tertiären Schichten gefunden hat, noch der Gegenwart angehören, beweisen sie, daß das Klima der Ge-

gend, welcher sie angehören, ein milderes gewesen, als ihr Fundort jetzt hat. Unsere Leser werden fragen, wie es möglich sei, eine solche Behauptung zu rechtfertigen; ganz einfach dadurch, daß diese Geschöpfe immer nur in südlichen Ländern oder Meeren angetroffen werden. Was man z. B. von versteinerten Muscheln und Schnecken in Norddeutschland findet, dessengleichen lebt wohl im Mittelmeer, aber nicht (oder nur mit sehr wenigen Ausnahmen — Burmeister) in der Ost- und Nordsee.

Ungeheure Süßwasser-Formation findet man an sehr vielen Punkten reichlich mit Conchylien durchsetzt; für uns Deutsche am zugänglichsten ist das Gemisch aus Thon, Kalk, Sand und vielen eingeschwemmten Glimmerblättchen, welches zwischen Basel und Bonn im Rheinthal auftritt; auch bei den hier gefundenen organischen Resten bemerkt man, daß bei weitem die meisten Arten noch leben, und zwar sowohl dort, wo das Material abgelagert ist, als dort, wo es durch den Rhein aufgenommen worden, in der benachbarten Schweiz.

Cerithium.

Je weiter man nun abwärts kommt in den tertiären Schichten, desto seltener ist die Uebereinstimmung der versteinerten Thiere mit den noch lebenden; die Aehnlichkeit der Gegenwart mit der Vergangenheit ist um so größer, je näher die Vergangenheit an die Gegenwart grenzt.

Zu den am massenhaftesten vorkommenden Schnecken gehören die Cerithium-Arten, deren eine nebenstehend abgebildet ist. Das Geschlecht zählt mit den noch lebenden mehr als 300 Arten und kommt in den neueren Schichten der tertiären Epoche in so ungeheurer Menge vor, daß manche aus dem Grobkalk gewonnene Bausteine fast nur aus den Schalen dieser Cerithien zu bestehen scheinen.

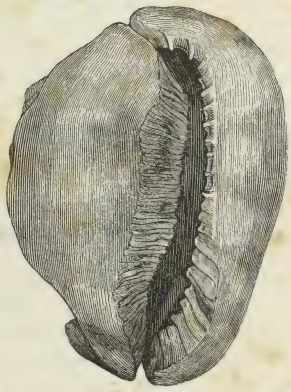
a b

Hyalaea orbignyana.

Was sich jetzt in den Conchyliencabinetten nur als Seltenheit findet, das Gehäuse der Hyaläa, so zart und so zerbrechlich, als wäre es aus dem dünnsten Glase geformt, das hat uns der Kalk der tertiären Schichten in Menge aufbewahrt. Das zierliche Thierchen, oder vielmehr sein Gehäuse, hat die auffallendste Aehnlichkeit mit den kleinen Weihwasserbecken, welche man in den katholischen Ländern in jeder Haushaltung sieht; a ist die Hyalaea orbignyana (s. die nebenstehende Abbildung) von vorn gesehen, b zeigt dieselbe von der Rückseite. Man glaubt oberhalb des Kreisschnittes nur ein Loch bohren zu dürfen, um das kleine Näpfchen auf einen Stift zu hängen; b ist eine fast ganz flache Schale, die kleinere runde

Hälfte von a ist eine hochgewölbte Schale, die eben den Napf bildet, und in welche das kleine zarte Thier, das zu den Flügelfüßern gehört, sich ganz zurückziehen kann.

Zu den schönsten unserer jetzt lebenden gehören die Porzellanschnecken, Cypräiden (Schlangenköpfe, wie man dieselben klein und weiß zum Besetzen des Reitzaumzeuges benutzt, wie sie noch jetzt in ganz Hinterindien als gangbare Scheidemünze dienen, und wie sie endlich jeder unserer Leser wohl aus ihrem Gebrauch zu Schnupftabaksdosen kennt, wie Cypraea tigris, C. caurica, C. moneta). Die Archive der Vorwelt haben uns dieselben in Menge aufbewahrt (außer den Kauris oder indischen Münzschnecken, welche gar nicht fossil angetroffen werden); allein ihr schönster Schmuck, der Schmelz, welcher dadurch entsteht, daß die innere perlmutterartige Substanz sich nach außen umschlägt und die ganze Schnecke überzieht, läßt sich allerdings im Holzschnitt nicht wiedergeben, doch zeigt die nebenstehende Figur eine solche zur besseren Verständigung für das, was wir meinen. Es ist Cypraecassis rufa, welche noch jetzt lebend im stillen Meere vorkommt und sehr häufig in den Schichten der Tertiär-Formation fossil gefunden wird.



Porzellanschnecke.

Von den Gliederthieren spielen die Krebse in den tertiären Formationen eine wichtige und bedeutende Rolle; auch hier sehen wir die Vergangenheit in die Gegenwart hinübergreifen; von den im Alter festsitzenden Rankenfüßern, Cirripedia, (welche Burmeister aus der Reihe der Mollusken trennte und durch unwiderlegliche Beweise zu den Krebsen verpflanzte) bis zu den Hummern und Taschenkrebsen finden wir dieselben, theilweise wegen ihrer Schale sehr gut erhalten, in den tertiären Schichten ebenso wie noch lebend überall verbreitet. Besonders hervortretend ist der Heuschreckenkrebs des Mittelmeeres, der sich in vielen der neueren (tertiären) Formationen findet, und der eigentliche Taschenkrebs, der sich durch seine

Heuschreckenkrebs. Taschenkrebs.

flache, runde Form auszeichnet, und bei welchem das Hauptbewegungsorgan dieser Thiere, der Klappschwanz, das mächtige Ruder, ganz zurücktritt. — Man sieht auch hier die Entwickelung zu einer höheren Vervollkommnung sehr deutlich. Welch ein Unterschied ist zwischen den ältesten krebsartigen Thieren, den Trilobiten, und den vorstehend gezeichneten, welche denen der Gegenwart so vollständig gleichgestellt sind, daß es sehr schwer, häufig unmöglich wird, specifische Unterschiede zu finden, in welchem Falle man die versteinerte Art mit lebenden für identisch erklären muß.

Von den Krebsen zu den Insecten ist nur ein geringer Schritt zu thun; die Krebse selbst zählte man in früheren Zeiten zu den Insecten, denen sie in morphologischer Beziehung durch die Gliederung des Körpers nahe stehen, und welche wahrscheinlich einer mit jenen gemeinsamen Urform entstammen. Die Asseln (Kellerwürmer), welche sich, wie die Trilobiten es vermochten, zur Kugelgestalt zusammenrollen können, und von denen man sowohl Land- als Wasserbewohner kennt, gehören zwar an und für sich zu den Krebsen, können aber als den Insecten sehr nahe stehend betrachtet werden, gleichsam als ein Uebergangsglied.

Von diesen Thieren — Kellerassel, Kelleresel, davon der dem Griechischen entlehnte Gattungsname Oniscus, Onisciden — findet man die trefflichst erhaltenen Exemplare im Bernstein, so z. B. Oniscus convexus. Insbesondere ist aber dieses fossile Harz für die Kenntniß der vorweltlichen Insecten von unschätzbarem Werthe. Ein flüssiger, etwas zäher Balsam entquoll es dem erzeugenden Baum; ein Insect, das nur mit einer Fuß- oder Flügelspitze solchen Tropfen berührte, war gefangen, denn jede Bemühung, sich zu befreien, konnte begreiflicherweise nur dazu führen, sich noch mehr zu verwickeln; das nachfließende Harz umhüllte das gefangene Thier bald gänzlich, und vermöge seiner Eigenschaft, selbst nicht in Fäulniß überzugehen, wie alle Harze, schützte dasselbe auch die zartesten und weichsten Thiere vor Fäulniß, so daß wir dieselben in allen ihren Theilen vollständig wohl erhalten, und zwar in vielen Hunderten von Species finden. Am zahlreichsten sind die vorweltlichen Insecten noch in den Süßwasserniederschlägen erhalten; wo kleine Binnenseen nach und nach austrockneten, findet man in dem erhärteten Schlamme, im Süßwassermergel (falls die Gewässer kalkreich waren), eine Menge verschiedener, besonders Wasserinsecten, Käfer und flügelloser Thiere.

Bei allen diesen ist ebenso wie in den anderen Abtheilungen der Thierwelt ein Fortschritt unverkennbar. Er zeigt sich auch darin, daß die Metamorphose bei weitem stärker vertreten ist als in früheren Lagern.

Wir werden, um allgemein verständlich zu sein, dieses Wort erklären

müssen: Metamorphose heißt nichts weiter als Verwandlung. Auf Insecten wird es in dem Sinne angewendet, daß man damit diejenige Formveränderung bezeichnet, welche dieselben in ihrem Leben erleiden. Die Insecten beginnen im Ei, werden zur Made, Larve oder Raupe, zur Puppe und endlich zum vollendeten Insect, welches seinen Kreislauf beendet und denselben für eine neue Generation wieder beginnt, indem es Eier legt, die zu Raupen werden u. s. f. Die Metamorphose der Insecten ist der Gipfelpunkt der physischen Ausbildung derselben; wir sehen, daß diejenigen Insecten die vollkommensten sind, welche alle diese Stufen durchmachen, und solche, denen nur eine derselben fehlt, wie z. B. die Fliegen, von denen manche nur drei Verwandlungen machen, indem die Mutter nicht Eier, sondern mit Ueberspringen dieser ersten Stufe gleich lebendige Maden legt, oder doch einen sehr unvollkommenen Larvenzustand aufweisen, indem die Larven, Maden bein- und kopflos sind, weniger entwickelt sind als die Schmetterlinge. Gehen wir mit dieser Thatsache ausgerüstet an das Studium der Geschichte der Vorwelt, so finden wir, daß das Verhältniß der Insecten mit Verwandlung zu denen ohne eine solche ein ganz anderes ist, als es jetzt gefunden wird; von unseren Insecten unterliegen neun Zehntheile der Metamorphose, von den vorweltlichen immer weniger, je weiter abwärts wir steigen. Die Zahl der Insecten ist ungeheuer, sie umfaßt vier Fünftheile der ganzen lebenden Thierwelt; von ihnen haben die mit unvollkommener Verwandlung (die ametabolischen) keinen ruhenden Puppenzustand, d. h. die Puppe frißt und bewegt sich, zum Unterschiede von den metabolischen, den Insecten mit vollkommener Verwandlung, welche einen ruhenden Puppenzustand, in dem jene Functionen aufhören, haben.

Sehr beachtenswerth ist nun, sagt Oswald Heer in seinen höchst interessanten Abhandlungen über die Insectenfauna der Vorwelt, daß, wie bei den Pflanzen die blüthenlosen, so bei den Insecten die Ametabolen zuerst auf unserer Erde auftreten. Die Wälder der ältesten Zeiten wurden von baumartigen Farnen, Bärlappen und Equiseten (riesigen Schachtelhalmen) gebildet, und in ihnen lebten nur Insecten, wie Heuschrecken, Grillen und Blattinen (zur Ordnung der Gradflügler gehörig). Noch heute beherbergen unsere zu Ziersträuchern herabgesunkenen Farne und unsere moosartigen Lycopodien und Equiseten keine oder doch äußerst wenig andere Insecten. In den jüngeren Formationen stellen sich zu den genannten einige Fliegen, Käfer und Ameisen ein, wogegen die Blütheninsecten, Bienen und Schmetterlinge, auch in dieser mittleren Periode gefehlt zu haben scheinen. Die nicht der vollkommenen Verwandlung theilhaftigen treten also zuerst und zwar in der Steinkohlenzeit auf, dann folgen einige Käfer, Ameisen und Fliegen, an Zahl der Arten gering, und

erst in der vorsintfluthlichen Epoche scheint mit den Laubbäumen, welche Blüthen tragen, und mit den Kräutern, welche durch Blüthen und Blumen geschmückt sind, die Insectenwelt in allen, auch in den höchsten und schönsten Formenmannichfaltigkeiten sich herausgebildet zu haben. Während wir aus den früheren Epochen nur 126 Arten kennen, sind allein von den zwei Fundorten, den Schieferbrüchen von Oeningen im Seekreise des Großherzogthums Baden und den croatischen Flecken Radoboj, wo man die meisten fossilen Insecten aufgefunden hat, 423 bekannt geworden. Die Gesteine, in denen sie aufbewahrt sind, gehören ganz der tertiären Formation an, und sie enthalten alle Insecten-Ordnungen der Gegenwart in unzweifelhaften Exemplaren, allein auch hier noch in einem Zahlenverhältniß, welches daran erinnert, daß die Tertiärformation immer noch auf einer niedrigeren Stufe der Ausbildung stand als die Diluvialformation.

Hier tritt nun die thatsächliche Vervollkommnung der ganzen Klassen von Thieren recht ins Auge, denn die Anzahl der Metabola, der Insecten mit vollkommener Verwandlung, beträgt auffallend mehr als in den früheren Perioden, sie umfaßt bereits zwei Drittheile der ganzen Masse; allein ebenso sichtbar ist die höhere Vervollkommnung in der Gegenwart, denn jetzt giebt es solcher Insecten, wie erwähnt, neun Zehntheile und nur ein Zehntheil entbehrt der vollständigen Metamorphose.

Unter den Insecten der tertiären Formation sind besonders stark vertreten die Termiten oder großen Ameisen, die in unserm Klima nicht mehr leben, sondern den heißen Erdstrichen angehören; ferner Cicaden, Libellen, Heuschrecken, Fliegen, Bienen, Grabwespen, Käfer, von Ameisen überhaupt aber in den croatischen Schieferarten allein mehr Arten (66), als gegenwärtig in ganz Europa zu finden sind (nämlich nur 40). Im Ganzen spricht übrigens auch die Insectenwelt so wie die übrige thierische Bevölkerung für ein wärmeres Klima; denn fast alle versteinert gefundenen Insecten entsprechen ostindischen oder südamerikanischen Arten, wie man sie dort in heißen sumpfigen Gegenden findet.

Libelle.

Ein berühmt gewordener Fundort von Insecten ist Solenhofen. In der vorstehenden Zeichnung sehen wir einen sehr zarten Gegenstand,

nämlich den Körper und die feinen schleierartigen Flügel einer Libelle, welche in dem Lithographirschiefer von Solenhofen gefunden wurde. Sechs verschiedene Species allein von diesem Genus sind daselbst entdeckt worden.

Die folgende Zeichnung stellt die Flügeldecke eines Körpers dar, wie derselbe bei Stonesfield unweit Oxford in der Oolith- (Secundär-) Formation gefunden wurde. Das sehr seltene, schön erhaltene Stück zeigt auf das Deutlichste das Geäder des Flügels und läßt schließen, daß es einem Buprestis, einer Käfergattung, welche durch ihren Metallglanz bekannt ist, angehört habe. Man hat in derselben Gegend auch noch viele andere in gleicher Weise interessante Entdeckungen gemacht: so mehrere Skorpionspecies (nicht nur verschiedene Exemplare, sondern ganz von einander abweichende Thiere derselben Familie), ferner einige dem Geschlechte

Versteinerter Insectenflügel.

der Rüsselkäfer (Curculio) angehörige Thiere gefunden; ferner gehören in die Reihe der ebendaselbst vorkommenden vorweltlichen Insecten auch besonders zarte Thiere, wie die Florfliegen oder Netzfliegen (Corydalis), oder doch wenigstens verwandte, ihnen höchst ähnliche Geschöpfe, da zur Feststellung der Species nicht immer vollkommen genug erhaltene Exemplare vorkommen.

Solche Funde sind aber durchaus nicht vereinzelt, nicht an einen besonderen Fundort gebunden, denn auch die Gegend von Halle ist gar nicht arm daran. In der Kohle von Wettin bei Halle kommen viele Exemplare der Schabe (Blatta) vor, welche wahrscheinlich durch die Derbheit ihrer Flügeldecken, die lederartig sind, der Zerstörung besser widerstanden haben als andere zarter geformte Thiere. Ebendaselbst hat man auch die Flügel von Heimchen gefunden. Der Kleinheit und der dunklen Farbe wegen mögen Milliarden solcher Insecten in der Kohle übersehen werden, indessen sie auffallen und leichter gefunden werden in hellfarbigen Gesteinen von schieferiger Textur, wie in den oben angeführten Brüchen; aber auch in dem knotenförmigen Thoneisenstein von Saarbrück unfern Trier sind ähn-

liche Entdeckungen gemacht worden. Dort ist man in neuester Zeit aufmerksam geworden auf die urweltlichen Schätze, welche die Gesteine einschließen, und hat zwölf ganz verschiedene Species gefunden. Von Goldenberg sind dieselben in der Paläontologie von Duncker und Meyer beschrieben. Es sind mehrere der Familie der Schaben angehörige, mehrere Netzflügler, verschiedene weiße Ameisen oder Termiten, eine Heuschreckenspecies und ein Scarabaeus oder Scharrkäfer.

Es ist hierbei sehr auffallend, daß die vielen Pflanzenreste, mit denen sie vorkommen, den Farnen angehören, welche bekanntlich nicht eben von Insecten heimgesucht sind; als blüthenlose Pflanzen bieten sie den Naschmäulern nichts Lockendes dar. Allein man muß sich gar nicht alle Insecten so harmlos, so idyllisch vorstellen wie die Schmetterlinge, welche nur von dem Nektar der Blumen in den Kelchen der Blumen leben; die hier gedachten und bei Trier gefundenen sind sämmtlich sehr gefräßige Thiere und halten sich bei den Blumen am wenigsten auf, sie verzehren so gut Holz, Stroh, Früchte, als Fleisch, trockene Häute sowie auch verweste oder frische thierische Substanzen. Hieran mag es nun wohl den größeren Insecten nicht gefehlt haben, und vielleicht spielten sie eine wichtige Rolle in der Urzeit — sie waren die Todtengräber, sie schafften die Leichen fort und begruben dieselben in ihren Magen, eine Rolle, welche die Termiten, die Wanderameisen noch jetzt übernehmen, daher sie den Bewohnern von Südamerika durchaus nicht unwillkommene Gäste sind. Die schönste Kunde von der Insectenwelt der Vorzeit aber verdanken wir dem Bernstein. Dieser hat uns den ganzen Reichthum der Insectenfauna, wenigstens der kleineren Thiere und derjenigen, welche der Diluvialformation angehören, aufbewahrt. Ein fleißiger Sammler und Forscher, Dr. Berendt, Arzt in Danzig, hat, wie bereits bemerkt, in seinem Werke: „Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt" eine außerordentliche Menge von Species aufgeführt und auf das Genaueste wissenschaftlich beschrieben. Das Material, worin sich die Reste finden, früher ein flüssiger Balsam, dann verhärtet, ist mehr als irgend ein anderes geeignet, die zarten Theile, aus denen die meisten Insecten bestehen, unverändert einzuschließen, dazu kommt seine hohe antiseptische (fäulnißwidrige) Eigenschaft, mit der er, wie eigentlich alle Pflanzenharze, eingeschlossene Gegenstände vor jeder chemischen Zersetzung bewahrt. Es giebt nichts so Zartes, das der Bernstein nicht hätte erhalten und viele Jahrtausende aufbewahrt. Die kleinen Insecten schweben darin oft mit allen vier ausgebreiteten Flügeln, als ob sie eben im Fluge begriffen wären; man findet Mücken gepaart und sogar Spinnengewebe mit ihren krystallhellen Tröpfchen von Vogelleim (woran sich die Insecten in dem Netze dieser Thiere verfangen, in dem Bestreben,

sich zu befreien, sich immer mehr darin verwickeln, bis sie endlich von der räuberischen Bewohnerin ganz umhüllt, gebunden werden) gefunden, an anderen Fäden saßen Thautropfen, die von dem flüssigen Harze umgeben und so erhalten wurden.

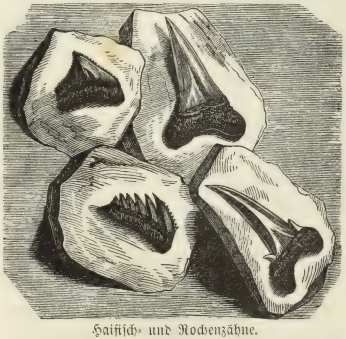
Man hat geglaubt, behaupten zu dürfen, daß die gefangenen Thiere sich in ihrem Gefängniß sehr wohl befanden, weil man sehr häufig Insecten in der Begattung begriffen entdeckt, allein dies dürfte doch ein Irrthum sein, welcher nur auf der an sich immer sehr festen Vereinigung der Insecten beruht. Die Thiere sind auf die Luft angewiesen und können sich, umflossen von einer so schweren und zähen Substanz, wie Harz ist, durchaus nicht wohl befunden haben, sie müssen im Gegentheil sehr schnell gestorben sein; jedes auch nur mit den äußersten Fußspitzen gefesselte Insect arbeitet sich in der Angst um seine Befreiung immer tiefer hinein, bis es entweder ganz versunken oder von dem nachfließenden Baumsafte überdeckt wurde. Im Augenblick des Todes erfolgte nicht selten noch Abgang der Excremente, die man zugleich mit den Insecten im Bernstein eingeschlossen findet; Alles ist so schön und klar erhalten, als ob die Umhüllung von Glas wäre; man hat sogar ein Stück Bernstein mit Einschluß optisch geschliffen und dadurch das in demselben enthaltene Insect wie durch ein Vergrößerungsglas betrachten können. Allerdings kommt auch viel trüber, nicht durchsichtiger Bernstein vor (dieser ist sogar im Handel der am meisten geschätzte), die vielleicht in demselben eingeschlossenen Thiere entziehen sich alsdann der Beobachtung, man weiß indeß nichts von ihnen; schlimmer ist es, wenn man sie sieht und doch nicht gehörig betrachten kann. Waren nämlich die Insecten vom Regen benetzt, so wurde auch das Wasser mit eingeschlossen, und dieses macht das Bild vollständig undeutlich, indem es entweder selbst zu Kügelchen geformt oder gar, nach der Bedeckung in Dampf verwandelt, in tausend kleinen Bläschen den eingeschlossenen Gegenstand umgiebt. Man nennt, durch den äußeren Anschein getäuscht, dieses gewöhnlich Schimmel; das ist es jedoch nicht, obschon es wirklich so aussieht. Allein auch Schimmel selbst kommt vor; wenn nämlich das Insect bei der Ueberziehung mit Harz bereits in Verwesung übergegangen und von Schimmel besetzt war, so ist auch dieser sehr gut, und zwar durch das Mikroskop unzweifelhaft, mit allen seinen Theilen zu erkennen.

Als neue, den früheren Formationen nicht eigene Gestalten treten in Tertiärgesteinen die Schmetterlinge und Bienen auf, doch nur in sehr wenigen, einzelnen Formen. Es scheint, als habe der Erdboden damals noch nicht die Fülle von honigreichen Blumen getragen, welche zu dem Leben dieser Insecten in ihrer vollendeten Ausbildung nöthig ist. Die Schmetterlinge nehmen zwar für ihr kurzes Dasein nur wenig Nahrung,

alsdann aber auch nur den Nektar der Blumen ein, die Bienen sind aber gänzlich darauf angewiesen.

Es wird Niemand befremden, zu hören, daß auch die Rückgratthiere, und unter ihnen die Fische, sich in den tertiären Schichten sehr häufig finden, die Bevölkerung der Erde war überall auf einen viel höheren Grad gestiegen, die des Meeres wohl vorzugsweise. Auch hier tritt uns die Verwandtschaft derselben mit der Gegenwart auffallend vor Augen. Am besten haben sich diejenigen erhalten, welche mit starken Horn- oder Knochenschuppen bedeckt waren, wie unsere Störe, allein sie sind keineswegs die am häufigsten vorkommenden, vielmehr findet man die gewöhnlichen Fische mit knöchernem Skelett und platten oder flachen Schuppen; nur der Haifisch thut sich unter ihnen noch hervor; von diesem gefräßigen Ungeheuer sind die Reste, besonders die schneidenden, scharfen Zähne, in unglaublicher Menge vorhanden. Seine Existenz in so großer Zahl mochte wohl eine Nothwendigkeit sein, indem bei der außerordentlichen Vermehrungsfähigkeit der Fische diese ohne ein Thier, welches ihrer Ausbreitung Schranken setzte, zuletzt ihr eigenes Element verdrängt haben würden.

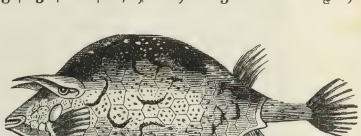
Die Zähne dieser Thiere sind, wie die nachstehende Figur zeigt, ungemein schlank und scharf, ganz eigenthümlich gestaltet und geeignet, mit der größten Leichtigkeit in die Beute einzudringen; sie haben fast alle eine förmliche doppelte Schneide, sind wie die züngelnde Spitze einer Flamme gebogen und hart wie Diamanten. Da man nicht eigentlich Zahnwurzeln in der Art fand, wie wir dieselben kennen, so glaubte man, es seien versteinerte Vögel- oder Schlangenzungen; die ersteren haben zum Theil allerdings Aehnlichkeit mit diesen Zähnen, allein so wenig es versteinertes Gehirn giebt, so wenig findet man versteinertes Fleisch. Die vergleichende Anatomie verhalf endlich zu der richtigen Erkenntniß, der Hai und der Roche haben Zähne, welche nicht im Knochen der Kiefer, sondern in dem Gaumfleisch sitzen, daher sind die Wurzeln nicht spitz, sondern breit, und sind dieselben auch nicht abgebrochen, sondern aus dem verwesenden Fleisch gelöst, ganz und wohl erhalten.



Haifisch- und Rochenzähne.

Mit diesen Zähnen findet man auch häufig den ganzen Zahnapparat der Rochen, welcher sich von dem der Haifische unterscheidet, indem diese

die Zähne in vielen Reihen hinter einander im Zahnfleisch, die Rochen dieselben aber in Hornplatten stecken haben, welche die Kiefer bekleiden. Die merkwürdigen Thiere, von eigenthümlich flacher körperlicher Gestalt, welche ihnen trotz ihrer beträchtlichen Größe und Schwere gestattet, auch im Wasser von kaum einem Fuß Tiefe zu schwimmen, — in der Nähe des Aequators wollen mehrere Reisende ungeheuer große an 20 Ctr. schwere Rochen gesehen haben, welche die Matrosen Seeteufel nennen — gefährlich durch den furchtbaren, mit unzähligen feinen Widerhaken besetzten Stachel (welcher giftig sein soll, jedoch nirgends eine Höhlung hat, durch welche das Gift gehen könnte, und daher wohl nur für giftig gehalten wird, weil seine Verwundung überaus schmerzhaft ist), der am Ende des mehrere Ellen langen Schwanzes befindlich; ja sogar der elektrische oder Zitterroche fehlte nicht, und man hat denselben, kenntlich an den Flossen, die seinen Körper rund umsäumen (was mit keinem andern der Fall ist), unfern der Stadt Verona, in dem seiner vielen Versteinerungen wegen berühmten Bolca-Berge (Monte Bolca) in einer Größe gefunden, welche die gegenwärtig im Mittelmeer lebenden bei weitem übertrifft.



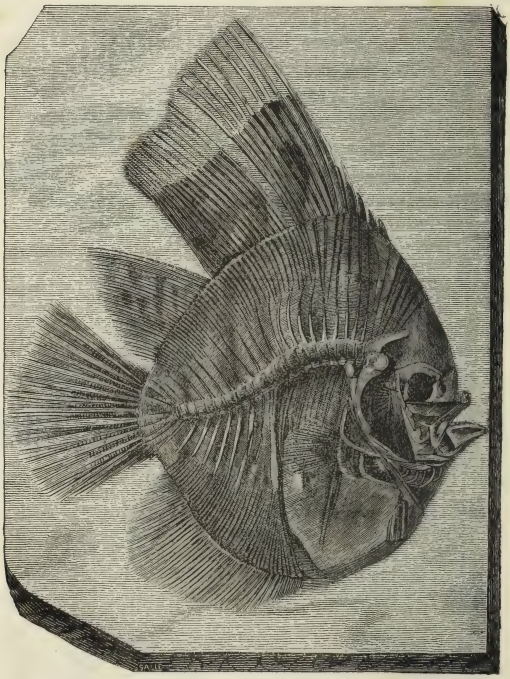
Ostracion quadricornis.

Der Grobkalk des genannten Berges lieferte bereits an zweihundert Arten der verschiedensten Gattungen. Die Arten sind, soviel wir wissen, ausgestorben — möglich, daß sie noch nicht erloschen, denn mit Bestimmtheit

Rhombus minimus. Vom Monte Bolca.

läßt sich dieses nicht behaupten, da wir ohne Zweifel noch bei weitem nicht alle lebenden Fische kennen — die Gattungen aber sind fast alle

durch noch lebende, jenen analoge Arten repräsentirt. Dieselben gehören fast sämmtlich den südlicher gelegenen Meeren an, wie der auf voriger Seite abgebildete Ostracion quadricornis, der viergehörnte Scherben, von welchem eine verwandte Art in den Versteinerungen des Monte Bolca vorkommt, oder der Coccosteus cuspidatus. Der erstere zeichnet sich durch

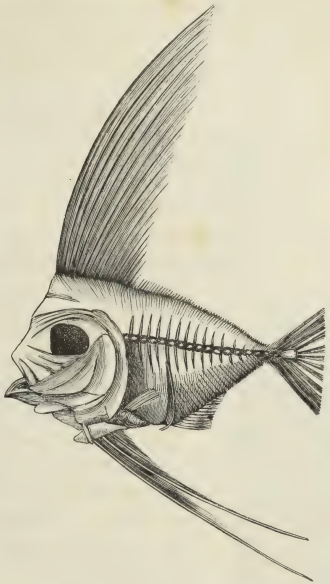


Platax altissimus. Vom Monte Bolca.

die wunderbare Gestaltung seiner Augen aus, die in förmlichen Hörnern sitzen. Der andere Fisch gehört zu den Ganoiden, ist mit breiten Platten statt der Schuppen bedeckt und hat keine Flossen; sein Bewegungsorgan ist allein der Schwanz. Wie die im Eingange unseres Werkes mitgetheilte Abbildung zeigt, hat er die größte Aehnlichkeit mit der Quappe, doch ist er nicht rund wie diese, sondern platt. Die beiden letzteren und die

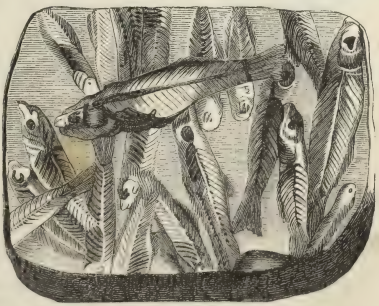
folgenden Figuren geben einige Fische vom Monte Bolca wieder, welche die tropische Beschaffenheit ihres Fundortes bekunden.

Aulostoma bolcense.



Semiophorus velicans. Vom Monte Bolca.

Merkwürdig als Fundort versteinerter Fische ist Aix en Provence. Besonders häufig tritt daselbst eine ungemein kleine Karpfenart, Lebias cephalotes, auf, die noch jetzt in den süßen Gewässern der Provence zu finden ist. Die Fischchen zeichnen sich vor den Karpfen unserer Gewässer dadurch aus, daß die Kiefern mit Zähnen besetzt sind, aber in südlicheren Gegenden leben heute noch Zahnkarpfen; kaum einen Zoll lang, sind sie in solcher Menge vorhanden, daß auf

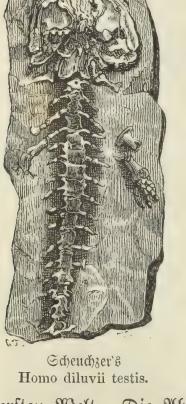


Lebias cephalotes.

einem handgroßen Stück des Schiefergesteins, das sie enthält, oft mehr als hundert derselben deutlich sichtbar liegen.

In den früheren Schichten waren die Amphibien und Reptilien die am höchsten ausgebildeten Rückgratthiere, dies ist in der Tertiär-Formation nicht mehr der Fall; in den früheren Perioden waren sie auch die mächtigsten, zahlreichsten, größten Thiere, dies ist in der tertiären Formation gleichfalls nicht mehr so, die Amphibien treten zurück. Man findet im Ganzen etwa funfzig Arten, worunter allein sechzehn Schildkröten sind, dazu kommen acht krokodilartige Eidechsen, ebenso viele Frösche, sechs andere nackte Amphibien, Salamander und endlich noch acht Schlangen.

Ein Thier dieser Art hat die bereits berührte sonderbare Verwechslung eines Salamandergerippes mit einem Menschengerippe veranlaßt. Wir wollen hier vorwegnehmen, was eigentlich den Schluß dieses Kapitels ausmachen müßte, daß die Existenz eigentlich fossiler Menschen keineswegs constatirt war, im Gegentheil von der Wissenschaft allgemein bestritten wurde. Da trat der gelehrte Scheuchzer am Anfange des vorigen Jahrhunderts mit der Entdeckung seines Homo diluvii testis, seines Zeugen der Sintfluth, auf.



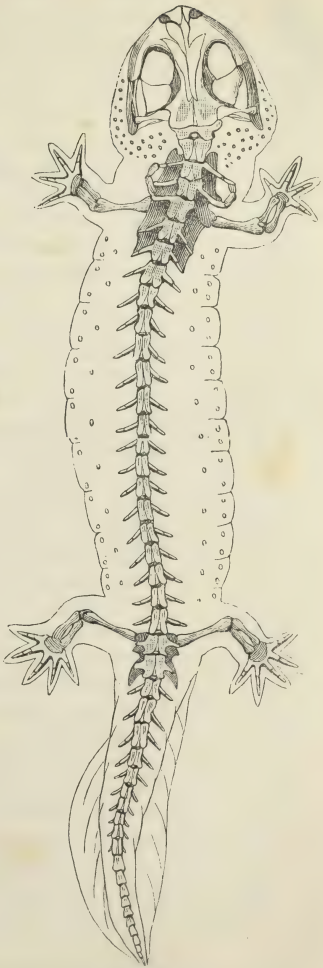
Scheuchzer's Homo diluvii testis.

Zu Oeningen am Rhein war anscheinend ein versteinerter Mensch gefunden worden: Kopf, Rückgrat, Arme und Beine waren den damaligen Naturforschern unverkennbar menschliche, und der Finder selbst, ein sonst hochstehender Arzt und Naturforscher, sagt über denselben in seiner „Kupferbibel, in welcher die Physica sacra, oder geheiligte Naturwissenschaft derer in der heiligen Schrift vorkommenden natürlichen Sachen deutlich erkläret und bewähret von J. F. Scheuchzer, Ulm 1731": „Ein recht seltenes Denkmal jenes verfluchten Menschengeschlechtes der ersten Welt. Die Abbildung giebet zu erkennen den Umcreyß des Stirnbeins, die Augenlinsen, das Loch der unteren Augenlinse, welches dem großen Nerven vom fünften Paare den Durchpaß giebet. Ueberbleibsel des Gehirns, des Jochbeins, etwas übriges von der Nase, ein ziemliches Stück von dem käuenden Mäuslein, weiteres 16 Rückgratwirbel, Anzeige der Leber.

Betrübtes Beingerüst von einem alten Sünder,
Erweiche, Stein, das Herz der neuen Bosheitskinder!"

Aber obwohl dieser vorweltliche Mann, dieser Präadamit, lange Zeit viel Unwesen trieb, obwohl seine Existenz als fossile Reste eines Menschen unterstützt wurde durch die Auffindung wirklich versteinerter Menschen am

Meeresstrande der Insel Guadeloupe, konnte er sich doch nicht in Respect erhalten, denn die Versteinerungen auf der Antilleninsel erwiesen sich als Incrustationen, als Uebersinterung mit Kalk aus dem Meerwasser, welches einen seit der Eroberung der westindischen Inseln dort angelegten Begräbnißplatz immerfort überspülte und dadurch seine mineralischen Bestandtheile durch eine mäßige Schicht Erde und bis unter die Leichen hinab dringen ließ, und die vergleichende Anatomie lehrte auch die vorgefundenen Bruchstücke (Kopf, Rückenwirbelsäule und Ansätze von Extremitäten) erkennen und einem Riesensalamander zuschreiben, von welchem man endlich auch ganze Skelette von 3 bis 5 Fuß Länge sowohl in den Schieferbrüchen am Rhein als auch in Japan auffand. Die nebenstehende Figur auf dieser Seite giebt die Zeichnung eines solchen vollständigen Skelets mit der Andeutung seiner körperlichen Ausstattung. Sieht man diese Zeichnung an, so kann man allerdings nicht begreifen, weshalb das Thier für einen Menschen gehalten worden ist; stellt man sich jedoch vor, daß man nur ein Bruchstück hätte, daß ein Drittheil des ganzen Thieres von den hinteren Extremitäten an fehlte, daß die Arme verstümmelt, daß die Finger aber ziemlich wohl erhalten wären, so läßt sich allerdings — wenigstens



Riesensalamander.

Zeuglodon macrospondylus.

für einen mit Phantasie begabten Mann, der gern finden möchte, was er sucht — eine gewisse Aehnlichkeit mit dem menschlichen Skelet nicht ableugnen, wenn dieselbe schon auf sehr schwachen Füßen steht.

Ein der Form nach den Eidechsen und Salamandern in etwas ähnliches Geschöpf scheint auch noch dieser Periode anzugehören, wiewohl Andere dasselbe als Hydrarchos, als Rieseneidechse in die secundäre Formation verweisen, das ist das schon unter dem oben gedachten Namen an früherer Stelle angeführte Thier, welches die neuere Forschung jedoch aus der Reihe der krokodilähnlichen hinwegnimmt und unter die walfischähnlichen, d. h. unter die Säugethiere versetzt, ihm den Namen Zeuglodon beilegend. Reste dieses Thieres fand A. Koch drei Meilen nördlich von Mobile an der Mündung des Tombekbee in den Alabamafluß; er vervollständigte (oder verdarb) dasselbe, welches ihm mangelhaft und nicht groß genug erschien, durch eingesetzte Rücken- oder Schwanzwirbel von Gips, gab ihm so eine Länge von 114 Fuß und ließ es unter dem Namen Hydrarchos in Europa bewundern, bis dasselbe, in Berlin für das zootomische Museum angekauft, von seinen überflüssigen Zusätzen befreit, auf etwa 75 Fuß reducirt wurde. Das ältere Tertiärgebilde von Alabama und Süd-Carolina ist das eigentliche Vaterland dieser fossilen Reste ältester Säugethiere; sie liegen an vielen Punkten so nahe an der Oberfläche, daß man sie mit dem Spaten oder der Pflugschar auswirft und alsdann leicht Nachgrabungen anstellen kann, daher man das Thier genug kennt. Dasselbe gehört unzweifelhaft zu den Walfischen, war jedoch, wie die nebenstehende Figur zeigt, sehr viel schlanker und hatte einen bei weitem kleineren Kopf als die Wale und die damit verwandten Delphine; denn derselbe maß bei etwa 6 Fuß Länge kaum den zwölften Theil der Ausdehnung des Thieres, indem die Cetaceen einen Kopf haben, welcher ein Viertel bis ein Drittel so lang ist als der Körper. Das Ungeheuer scheint nicht so harmlos gewesen zu sein als unser gewöhnlicher Walfisch (die Delphine übrigens sind es auch nicht), denn seine gewaltigen, scharfgezackten Zähne verrathen große Ge-

fräßigkeit; die starken Ansätze zu einer ungewöhnlichen Muskulatur an den Kinnbacken zeigen, daß es nicht kleine Portionen zu sich zu nehmen pflegte, und die schlanke Bauart des ganzen Thieres, welches man nach seinem Gerippe leicht für eine kolossale Schlange zu nehmen verführt wird, bezeugt eine ungemeine Gewandtheit. Daß deshalb nach Auffindung und Ausschmückung des Gerippes durch Koch die Fabeln von der alten Seeschlange wieder auftauchten und besonders durch die amerikanischen Blätter verbreitet wurden, ist bei der großen Neigung der Amerikaner zum Wunderbaren natürlich. Viel häufiger treten in den tertiären Formationen die mit diesen Unthieren verwandten Delphine in mancherlei Varietäten auf; ganze Gerippe davon sind in den Torfmooren von Irland, andere in den Apenninen von Piacenza, in Oberschwaben und an anderen Orten gefunden worden.

Die Reste von Vögeln sind verhältnißmäßig selten und reichen, abgesehen von Fußspuren, die bereits in der Trias vorkommen, und dem Urvogel der Juraformation, überhaupt nicht weiter hinab, als die weiße Kreide-Formation und der dem Tertiär angehörige Gips vom Montmartre. Eine etwas jüngere Lage bildet der Süßwasserkalk von Weißenau am Rhein, auf der linken Seite desselben, unsern Mainz. Das Oertchen lehnt sich an die steilen Kalkfelsen, welche den Fluß nahe begrenzen. Man trieb in diese Felsen einige Stollen, um sie zu Bierkellern zu erweitern; der Schutt ward in den Rhein geworfen, dieser spülte den Kalk von den Knochen los und ließ die letzteren zurück; bei dem nächsten niederen Wasser wurden sie von Kindern aus dem Flußbette geholt, und so kamen sie in die Hände von Naturforschern, welche Vogelbeine darin erkannten. Leider hat die Eisenbahn diesen Strich berührt, und während sie sonst unterirdische Schätze aufschloß, hat sie diese zugedeckt und gänzlich verschüttet, so daß man dorther wohl schwerlich ferneren Erdfunden entgegensehen dürfte.

Es kommen in den jüngeren Schichten die vereinzelten Reste von manchen Raubvögeln, von Singvögeln und Tauben vor, häufig nur die Flügelenden mit den darin sitzenden Kielen und den deutlich sichtbaren Abdrücken von Federn, die jedoch selbst nicht erhalten worden sind. Das verhältnißmäßig häufige Auftreten gerade dieses Theiles unter den sonst seltenen Vogelresten hat Buckland zu der sehr richtigen Bemerkung Veranlassung gegeben, daß es wahrscheinlich Ueberbleibsel von Vögeln waren, welche von Raubthieren zerrissen worden, die nur diese Flügelspitze wegen des wenigen daran befindlichen Fleisches und der starken Federbesetzung übrig ließen.

Ein Geschlecht der Vögel ist im Aussterben begriffen und theilweise bereits vom Schauplatze abgetreten; die Knochen, welche man von diesen

findet, sind meistens nicht fossil, sondern gehören der neuesten Zeit an; es sind dies die großen Laufvögel, welche zum Fliegen untauglich, zu schwer, zu ungeschickt, durch die Menschen verfolgt und theilweise vertilgt worden sind.

Europa hat keinen Repräsentanten davon, falls man nicht etwa die Trappe dahin zählen will; Afrika hat den Strauß, welcher immer seltener wird; Asien hat den Casuar, Südamerika den Nandu, einen großen dreizehigen Laufvogel, dem Strauße sehr ähnlich, doch nur halb so groß — der afrikanische Strauß hat nur zwei Zehen — von welchem in den Knochenhöhlen Südamerikas sehr häufig Ueberbleibsel gefunden werden, und Australien den Emu. Noch drei andere höchst merkwürdige Thiere sind ausgestorben oder im Aussterben begriffen; das eine ist der Dodo (siehe die nebenstehende Figur), welchen Vasco de Gama auf Isle de France, östlich von Madagascar, fand, und welcher seit dieser Zeit gänzlich von der Erde verschwunden ist. Das träge Thier hatte nur kleine Flügel und lief vor den Menschen nicht; es ließ sich, obwohl groß und stark und mit einem mächtigen Raubthierschnabel bewehrt, anfassen und ergreifen. Sein Fleisch ist nicht so wohlschmeckend gewesen, daß man ihn deshalb gejagt hätte, dennoch ist das Thier verschwunden; man besitzt nur noch ein Gemälde in England von ihm und den Kopf und die Füße von einem ausgestopft gewesenen, der aber von dem Custos des Oxforder Museums ausrangirt wurde (er war, wie die Kataloge nachweisen, noch im Jahre 1755 dort, ist aber seitdem abhanden gekommen).

Dodo oder Dronte.

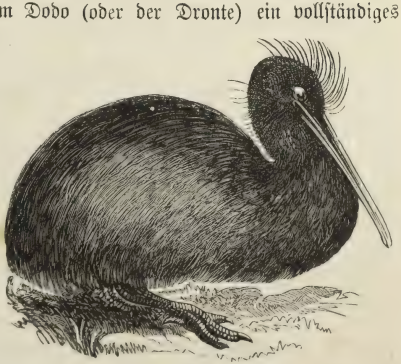
Vielleicht länger schon ausgestorben ist der neuseeländische Dinornis (schrecklicher Vogel) von riesiger Größe; die drei Fuß lange Röhre des unteren Beines läßt auf einen Vogel dieser Gattung schließen, der so hoch

war wie ein mäßiger Elephant (wenn schon nicht so dick und schwer), ja man will sogar einen sechzehn Fuß langen Vogel gefunden haben; jedenfalls sind seine Eier, deren Schalen auf Neuseeland an manchen Orten in nicht geringer Zahl liegen, viel größer als die des Straußes. Nebenstehende Figur stellt das Skelet des erstgenannten Vogels dar.

Dinornis.

Es schließt sich hieran der höchst selten gewordene und am Aussterben stehende Kiwi oder Kiwikiwi; er bildet die einzige noch lebende Art von diesen großen Laufvögeln, er hat gar keine Flügel, fadenförmige Federn und einen langen Reiherschnabel. Ein Thier ist lebend nach England in den zoologischen Garten von Regents-Park gebracht worden; der Vogel ist aber im Ganzen so äußerst selten, daß er jetzt schon als ausgestorben betrachtet werden kann und es in hundert Jahren sicher sein wird.

Da wir dieses nun unter unseren Augen vorgehen sehen, da es schon jetzt unmöglich ist, von dem Dodo (oder der Dronte) ein vollständiges Exemplar — wäre es auch nur ein Gerippe — aufzutreiben, so dürfte es denn wohl nicht gerade zu verwundern sein, wenn sich vorweltliche Vögel nur in geringer Zahl nachweisen lassen. Ihre Knochen, auf der Oberfläche liegen bleibend, verwitterten und verschwanden, wurden nicht in den Archiven der Erde aufbewahrt.


Kiwi

Sehr interessant sind

daher die amerikanischen Vogelfährten (Ornithichnites genannt, vom Griechischen Ornis, Vogel, und Ichnos, Fußtritt), welche uns, gleich den Thierfährten von Hildburghausen, Nachrichten von einem Geschlechte überbringen, von welchem uns sonstige Anzeichen beinahe gänzlich fehlen. In den Staaten Massachusetts und Connecticut befindet sich ein zwanzig Meilen langer, ein bis fünf Meilen breiter Streifen von rothem Sandstein, welcher längs des Meeres parallel mit den blauen Bergen streicht. Die Versteinerungen, welche darin vorkommen, sind jünger als die der Kohlenformation angehörigen, doch keineswegs jünger als unser bunter Sandstein — das heißt, dieser rothe Sandstein gehört überhaupt einer alten Formation an.

In der Oberregion dieser Bildung (etwa 25 Fuß mächtig), sagt Quenstedt, kommen zahllose Fährten zweibeiniger Thiere, meist mit schnürendem Gange, vor, deren Schrittweite der Größe des Fußes angemessene Distanzen einhält, obgleich der Bau der Zehen oft sehr undeutlich ist. Das Gestein besteht nämlich aus einem schwarzen, glimmerigen, sehr dünn geschichteten Schiefer, darin wurde der Tritt so eingedrückt, daß der Schiefer sich unter den Füßen ein wenig bog und die Zehen Furchen hinterließen. Zwar ist auf der Unterseite ein Relief vorhanden, allein bei weitem nicht so deutlich, als die erhabenen Abdrücke der vertieften Fußspuren bei Hildburghausen. Doch hat man bei den Turnersfällen, welche der Connecticut bald nach seinem Eintritt in den Staat Massachusetts macht, einige Stellen entdeckt, wo die Eindrücke der Klauen und der einzelnen Glieder der Zehen so deutlich sind, daß man sie zur Bestimmung der Arten von Thieren, denen sie angehört haben, benutzen kann.

Einzelne Stellen sind so sehr von Fußstapfen dieser und unvollkommen erhaltener Arten durchfurcht, daß sie beinahe aussehen wie eine thonige, halbweiche Strecke, über welche eine Heerde Schafe gelaufen ist; hier müssen die Wege der verschiedenen Vögel sich mannigfaltig durchschnitten haben, denn eine Richtung, wohin sie alle oder die meisten gegangen wären, läßt sich nicht auffinden; sobald man sich aber von diesen besonders stark durchfurchten Stellen entfernt, werden die Spuren minder zahlreich, und sind die einzelnen Schritte ganz deutlich zu erkennen. Im britischen Museum befindet sich eine Steinplatte von etwa 50 Quadratfuß einseitiger Oberfläche, auf welcher mehr als siebenzig deutliche, schön ausgeprägte Fußspuren in 11 verschiedenen Reihen vorkommen; eine dieser Reihen hat sogar 14 Fußtritte.

Ein amerikanischer Professor, Hitchcock, will über 2000 Fußspuren mit etwa 20 verschiedenen charakteristischen Kennzeichen beobachtet, untersucht und aus diesen die Species, denen sie angehörten, bestimmt haben. Es giebt

darunter Strandläufer mit Zehen von $\frac{1}{2}$ Zoll bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge und einer Schrittweite von 5 Zoll, es giebt andere von 2 bis 5 Zoll Länge und 8 Zoll bis 2 Fuß Schrittweite; diese rühren schon von ziemlich großen Thieren her, wie man z. B. auch daran sieht, daß ihre Fährten besonders tief sind, und daß einige an der Ferse Spuren des Eindrucks der Federn haben, welche das Bein bekleideten (wir kennen einige Hühner- und Taubenspecies, bei welchen das Bein bis zur Ferse befiedert ist, ja von Tauben giebt es sogar einige, bei denen selbst die Zehen reichlich Federn tragen).

Die Schritte laufen immer in einer Linie fort, weil die Thiere den Fuß jedesmal unter die Mitte (den Schwerpunkt) ihres Körpers setzen, man nennt solchen Gang einen schnürenden; je größer die Vögel sind, desto mehr ist dies geboten, daher man aus der Stärke der Schnürung, d. h. wie nahe die Füße der Mittellinie stehen, oder ob sie gar dieselbe überschreiten, so daß der rechte Fuß etwas nach links greift und der linke nach rechts, die Größe des Vogels bestimmen kann, indem kleinere Vögel weniger zum Schnüren oder Kreuzen der Füße aufgefordert werden als große. Hierdurch und durch die Größe der Abdrücke wie der Schritte ist es gelungen, mit ziemlicher Gewißheit auf die Höhe der Thiere zu schließen.

Man hat Füße bemerkt von 15 bis 16 Zoll, ja wieder eine andere Gattung von 19 bis 21 Zoll Länge. Strauße waren es nicht, denn sie haben 3 und 4 Zehen. Von diesen größten Spuren beträgt die Entfernung einer Zehe von der andern an der Spitze einen vollen Fuß, und da die Zehen 6 Zoll breit waren, so hatte der auftretende Fuß vorn mit den Zwischenräumen eine Ausdehnung von $3\frac{1}{2}$ Fuß. Die Schrittweite betrug 7 bis 10 Fuß.

Es ist dies etwas ganz Ungeheures und deutet auf einen Riesenvogel, von welchem wir gar keinen Begriff haben. Das Thier war übrigens sehr schwer, denn die damals noch nicht vollständig erhärteten Schieferplatten waren unter seinen Schritten zerbrochen, oder wo der Grund zäher Thon war, fand man — wie bei dem Schritte des Elephanten — die außerhalb des Fußes liegenden Seitenränder bis sechs Zoll hoch emporgepreßt. Vielleicht ist der Vogel, dessen Schritte wir sehen, die wie gespensterhafte Schatten uns an eine wunderbare Vorwelt mahnen, der Stammvater des wunderbaren Vogels „Rock“, der in den Sagen der Orientalen eine so große Rolle spielt.

Die umstehende Zeichnung giebt eine solche Vogelspur von Ornithichnites giganteus; die mittelste Zehe ist 19 Zoll lang, die beiden an-

dern 14 und 13 Zoll; nach hinten zu sieht man das Rudiment einer vierten Zehe, welche wahrscheinlich höher stand als die andern und darum nur einen kleinen Theil ihrer Masse abdrücken konnte.

Urweltliche Vogelfährte.

Man sieht auf der Tafel runde Höhlungen in Menge und nennt dieselben gewöhnlich fossile Regentropfen — ein gar wunderlicher Ausdruck, welcher auf den Gedanken bringen könnte, das Wasser wäre möglicherweise versteinert, und vielleicht um so mehr, weil die Spuren dieser Tropfen wirklich erhaben sind; allein die Zeichnung schon (aus Mantell's Medals of Creation entlehnt) giebt die Unstatthaftigkeit dieser Ansicht. Die Tropfen nämlich hätten 2 bis 3 Zoll Durchmesser haben müssen, wie man aus dem Vergleich mit der Breite der Zehen entnehmen kann, welche an ihrem dicksten Theile 6 Zoll beträgt. Ferner sind die Eindrücke auf dem weichen Thon und folglich auch die Reliefabdrücke des darauf gelagerten Sandsteins wirklich kugelrund; ein fallender Regentropfen macht auf den Schlamm, wenn er einigermaßen Consistenz erhalten hat, wohl einen Eindruck, jedoch keinen kugelförmigen, und eine Menge fallender Tropfen zerstört sich selbst in ihren Spuren, so daß der vom Regen geschlagene Sand nicht Höhlungen, sondern deutlich unterscheidbare Wellen zeigt.

Was hier vorliegt, ist Folgendes. Jeder Schlamm und also auch derjenige, aus welchem nach dem Verlust seines überflüssigen Wassers der zäheste Thon zurückbleibt, umschließt die Luft in bedeutender Menge, wenn schon in sehr kleinen Bläschen zertheilt; so wie ein frisches Glas Wasser, welches keine Spur von Luft zu enthalten scheint, doch nach einer Stunde an seiner ganzen inneren Fläche mit Luftbläschen bedeckt ist, so noch mehr der Gährungsstoffe wegen, die darin enthalten sind, der Schlamm. Irgend ein größeres Bläschen steigt auf, rafft auf seinem Wege die vertheilten kleineren, denen es begegnet, an sich, vergrößert sich damit und gelangt so endlich an die Oberfläche, natürlich so lange diese noch nicht erstarrt ist. Wie nun aber diese Oberfläche nach und nach fester wird, so verliert auch das Häutchen von Thon, welches halbkugelförmig über die ebene Thon-

schicht hervorstand, das Wasser und damit die bindende Festigkeit, und der erste tüchtige Windstoß fegt alle die Thonhüllen fort, nur die entsprechenden Vertiefungen unter ihnen zurücklassend. Daß diese, sowie die dem weichen Thon eingedrückten Fährten eine treffliche Form zu Abdrücken für die nachfolgenden Kalk- oder Sandmassen geben, welche nach und nach zu Schiefer- oder Quaderstein erhärten, unterliegt keinem Zweifel, und erklärt dieser Vorgang höchst vollständig die sogenannten versteinerten Regentropfen.

Die Nordamerikaner neigen bekanntlich sehr zu Uebertreibungen, und man ist daher gewohnt, auch ihre wissenschaftlichen Nachrichten nur sehr behutsam aufzunehmen. Lange hatte man ein solches Mißtrauen auch gegen die vorweltlichen Vogelfährten und Regentropfen, und hat es auch mit Recht noch gegen die vielen Species von Vögeln, von denen auch nicht ein Knöchelchen gefunden ist; allein daß die Fährten und Blasenräume doch wirkliche und nicht zu einem sogenannten Humbug gemachte sind, geht sowohl aus ihrer Menge hervor (es wäre denn doch ein sehr theurer Spaß), als auch daraus, daß man noch in jedem Augenblick das Entstehen dieser Spuren sehen kann.

Die große, im östlichen Canada gelegene Halbinsel Neuschottland, südlich von dem großen Lorenz-Golf, wird durch die Fundy-Bai vom Festlande von Nordamerika getrennt und dergestalt abgeschnitten, daß sie nur durch einen schmalen Bergzug zwischen Picton und Cumberland mit dem Continent zusammenhängt. — Die Bai ist nach Südosten breit geöffnet und verengt sich immer mehr, bis sie durch den Bergzug Cobequid in zwei schmale Buchten, die Chiquittos- und Scots-Bai, getrennt wird.

Die Fluth, welche schon an der Mündung der Fundy-Bai durch die eigenthümliche Lage derselben gegen die Meeresströmung sehr stark ist, steigt noch in dem Hintergrunde derselben bis auf 70 Fuß über den niedrigsten Stand des Meeres. Hierbei rührt das Wasser den Boden stark auf, unterwäscht die Sandsteinfelsen, spült die lehmigen und thonigen Küsten ab und führt nach den innersten Tiefen der Bai eine Masse von Schlamm, welcher dort auf dem Strande von der Zeit einer Springfluth bis zur andern liegen bleibt. Während der 12 bis 14 Tage, welche dieses währt, hat der Schlamm Zeit, sich zu setzen und oberflächlich zu erstarren. Nun sind die Gegenden dort wenig bewohnt, also noch stark von den Thieren der Wildniß besucht, und so sieht man denn auf diesem Schlamme die Fährten von Strandläufern in ungeheurer Menge eingedrückt, auch soll der Regen dem rothen, weichen Thone daselbst gerade dieselben Tropfen abdrücken, wie sie in Connecticut gefunden werden,

d. h. es steigen dort aus dem Schlamm eben solche Blasen auf, wie anderswo auch.

Wir brauchen nicht nach Amerika zu gehen, um uns zu überzeugen, daß der Vorgang an sich möglich sei, ein jeder Entenpfuhl zeigt uns die nämliche Erscheinung; was uns in Verwunderung setzt, ist nur die gewaltige Größe der Fährten, die Ausdehnung der Schritte und die daraus gefolgerte ungeheure Größe der Vögel selbst, für welche wir unter den lebenden nichts Analoges haben. Indessen ist diese Größe kein Grund zur Verdächtigung der Angaben überhaupt, denn wir haben gesehen, daß von den urweltlichen Thieren viele, wenn schon nicht im Allgemeinen, doch sicherlich in den einzelnen Species die Thiere der Gegenwart weit an Größe übertreffen. Der Umstand, der alle Angaben zweifelhaft macht, ist, daß wir eigentliche Reste von ihnen gar nicht finden. Es liegt dieses zwar in der Natur des Geschlechts, von welchem wir sprechen; die Vögel vermochten noch weit mehr als die Landthiere sich auf der Oberfläche der Erde zu halten, sie wurden nicht von den wachsenden Fluthen in Höhlen gedrängt, wohin sich nur lichtscheue Vögel, wie Eulen und dergleichen, zurückgezogen haben dürften, sie hielten sich bis zuletzt auf Bergen, Felsen, hohen Bäumen auf, und was durch die Fluthen starb, ging nicht unter, sondern verweste an der Oberfläche, und da bleibt denn allerdings nicht viel übrig; allein doch ist es befremdend, daß auch nicht eins der Thiere, etwa im Schlamm versunken, der Nachwelt erhalten wurde. Sicherlich gehören indessen nicht alle Fährten nur Connecticut-Vögeln, sondern auch anderen Thieren an, und einige Forscher schreiben sogar alle nicht Vögeln, sondern Dinosauriern zu.

Was die Säugethiere betrifft, so läßt es sich schwer entscheiden, ob die Meeresbewohner dieser Klasse früher dagewesen seien als die Landsäugethiere, da Meeres- und Süßwasserformationen in den Gegenden, wo sie gefunden werden, mit einander abwechseln, aber aus der Analogie der Entwickelung der gesammten Thierwelt und auch der individuellen Entwickelung der Säugethiere gewinnt erstere Annahme an Wahrscheinlichkeit.

Die Meeresbewohner unter den Säugethieren unterscheiden sich von den Landsäugethieren meistens dadurch, daß ihre Hände oder Füße mit einer Haut so überzogen sind, daß sie wohl zum Schwimmen und Rudern, aber wenig zum Gehen geeignet, ferner dadurch, daß ihre Hinterfüße immer zu einem breiten Ruderschwanze zusammengewachsen sind. Die sämmtlichen Meeressäugethiere sind Raubthiere, sie leben von Fischen und Muscheln oder von Weichthieren, Würmern, wie die Walfische; diese ausgenommen, sind sie denn auch alle mit einem gewaltig starken Gebiß bewehrt, welches geeignet ist, Muscheln und Schnecken zu zermalmen, Fische

durch einen Druck in Mus zu verwandeln. Es gehören in diese Klasse die Seehunde, das Walroß, der Walfisch, Seekühe und Seelöwen, Delphine und Pottfische u. s. w., und von ihnen werden in verschiedenen Formationen Ueberreste gefunden.

Sehr interessant ist eine Thatsache über die Ausrottung eines Seethieres durch den Menschen, welche Quenstedt erzählt. Das Borkenthier (Rytina Stelleri), so genannt, weil die Oberfläche seiner Haut der Eichenrinde gleicht, ein ziemlich unschuldiges Thier ohne Zähne, statt deren der Gaumen Kauplatten hatte, ward von dem Reisenden Steller, der auf Behring's zweiter Reise im Jahre 1741 an der Behringsinsel unfern Kamtschatka scheiterte, gefunden. Es war daselbst in großer Menge und wurde von den Matrosen gefangen und verspeist; sein Fleisch war so wohlschmeckend, daß sich der Ruhm desselben mit den rückkehrenden Matrosen auf das feste Land verbreitete, was eine so wüthende Jagd darauf hervorrief, daß es von da, wo es durch Steller's meisterhafte Beschreibung bekannt wurde, bis zum Jahre 1768, also in 27 Jahren, völlig vertilgt wurde. Die Petersburger Akademie soll sich die größte Mühe gegeben haben, ein solches Geschöpf noch in irgend einem Winkel der Küste von Nordasien aufzutreiben, auch nicht, um es zu schonen und vielleicht zu vermehren, sondern um ihm die Haut abzuziehen und auszustopfen und um es zu skeletiren; allein es gelang das Vorhaben nicht, und die Steller'sche Beschreibung und eine schlechte Abbildung von Pallas war lange das Einzige, was von diesem achtzig Centner schweren Thiere und seinem ganzen Geschlechte übrig geblieben ist, bis 1861 ein vollständiges Skelet nach Petersburg gelangte. Hier kann man nicht sagen, daß eine Erdumwälzung dasselbe vernichtet habe, es ist der Mensch gewesen, der dies gethan, und es wird ihm vielleicht auch mit dem Walfisch gelingen, wenn derselbe in dem Südpolarmeere durch die Amerikaner so emsig verfolgt wird, wie er bisher in dem Nordpolarmeere durch die Engländer gejagt worden ist.

Zahn des Zeuglodon.

Das Zeuglodon, dessen wir bereits erwähnten, gehört gleichfalls in das Geschlecht der Meeressäugethiere; es hat zweiwurzlige, in mehrere Spitzen auslaufende Zähne (Jochzähne, siehe die hier vorstehende Figur), und ist walfischähnlich (Cetus). Mit ihm gleichzeitig lebte und mit seinen Resten zusammen gefunden werden die Gebeine der Seekönigin (Halianassa); sie gehören einem ausgestorbenen Geschlechte an, welches seiner eigenthümlich gestalteten Zähne wegen lange, selbst von einem so großen Kenner wie Cuvier, für ein Nilpferd gehalten wurde, und dem er den Beinamen „zweifelhaft" zugesellte, Hippopotamus dubius, weil er selbst noch zweifelhaft über seine Einreihung

war. Die Rippen des Thieres ſind ſo eiſenfeſt und ſchwer, daß Jäger, ein öfter genannter Sammler württembergiſcher Verſteinerungen, ſie für die Hakenzähne des Walroſſes hält.

Die koniſchen Zähne der Delphine, ihre ganzen Kiefer, ihre ſechs bis ſieben Fuß langen Schnäbel und viele andere Knochen werden in den jüngeren Formationen häufig gefunden; geſtrandete Walfiſche von 70 bis 90 Fuß Länge ſind ſo gut heutigen Tages auf die Küſten geworfen worden, als ſie auf norwegiſchen Felſen ſeit Tauſenden von Jahren und in 200—300 Fuß Höhe liegen, was daher rührt, daß ganz Norwegen und Schweden in einem ſteten Heben über die Meeresfläche begriffen iſt, was noch jetzt meßbar fortdauert. Allein die walfiſchähnlichen Thiere müſſen viel älter ſein als die vorſintfluthliche Zeit, denn man findet die Gebeine derſelben in den älteſten tertiären Formationen. Was indeſſen die Reſte des Ziphius, welche bei Antwerpen, 30 Fuß unter der Oberfläche, beim Graben eines Baſſins gefunden worden, anbetrifft, ſo hielt man ſie lange Zeit für älter als die vorweltlichen Thiere des Pariſer Gipſes, allein jetzt iſt die Anſicht, daß ſie jünger ſind, herrſchend.

Von Landſäugethieren, deren Reſte über alles Verhältniß hinaus ſeltener als die der Seethiere, welche ihrem Elemente nicht entrinnen konnten und darum auf dem Schauplatz ihrer Thaten eingebettet liegen, in dem Schlamm, den ſie einſt bevölkerten, begegnen wir in den tertiären Schichten zuerſt den Beutelthieren, den Didelphen (den gleichſam zweimal Gebärenden, wie das Känguruh und alle damit verwandten neuholländiſchen Thiere, welche die Jungen unreif zur Welt bringen und dann in einem großen Haut- und Fleiſchſack, deſſen Inneres zugleich die Zitzen enthält, austragen), denjenigen unvollkommenſten unter den Säugethieren, welche jetzt, mit Ausnahme der Beutelratte (Didelphis), die auch in nördlicheren Gegenden vorkommt, auf Auſtralien und das tropiſche Amerika beſchränkt ſind. Allein in der Tertiärzeit waren ſie viel weiter verbreitet, man fand dergleichen ſchon im Gipſe des Montmartre, im unteren Tertiärgebilde von Suffolk, von Stonesfield (England) und an vielen anderen Orten; höchſt merkwürdig aber und den Beweis führend über ihren urſprünglichen Wohnort, darüber, daß ſie vorzugsweiſe für dieſen geſchaffen worden, iſt, daß man alle lebenden Beutelthierſpecies, ſo wie viele ausgeſtorbene im foſſilen Zuſtande, d. h. nicht mit Kalkſinter überzogen, ſondern eigentlich verſteinert und in Stein eingeſchloſſen, auf dem Continent von Neuholland nachweiſen kann. Man findet dort den kleinen räuberiſchen Daſyurus ſowohl als ſeinen viel größeren Namensvetter, der in den Knochenhöhlen des Wellington-Thales, weſtlich von den blauen Bergen am Macquariefluß, gewohnt zu haben ſcheint, indem die Knochen des wieder-

käuenden Känguruhs — sowohl des jetzt lebenden (Halmaturus gigas), welches das größte Säugethier von Neuholland ist, als des ausgestorbenen, sehr viel größeren (Hamalturus titan) — so wie vieler anderer von den neuholländischen Thieren in diesen Höhlen, und zwar ausschließlich nur in diesem Welttheile, gefunden werden. Daß die Natur übrigens auch größere Thiere für Neuholland geschaffen hatte, geht aus den fossilen Knochen hervor, welche ebendaselbst so wie an anderen Stellen vorkommen; sie gehören einem Beutelthiere an, welches die Größe eines Rhinoceros hatte, aber wie die pflanzenfressenden Beutelthiere mit einem Nagethiergebiß versehen war, indem seine Schneidezähne meißelartig scharf, nach vorn gerichtet, vielleicht geeignet gewesen sind, große steinharte Fruchtkerne (wie Cocos und ähnliche) zu zersägen und zu zernagen.

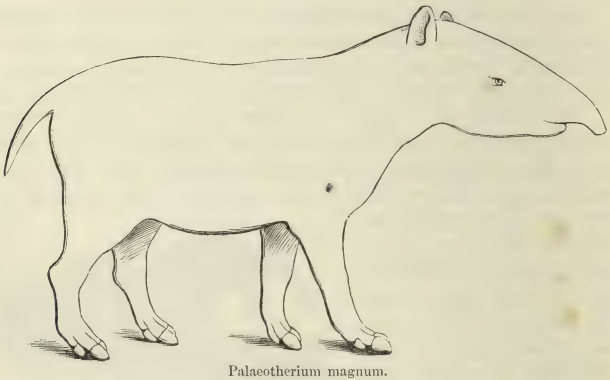
Alle diese Thiere waren Beutelthiere, wie aus dem Knochengerüste hervorgeht, und man könnte beinahe versucht sein, zu glauben, daß die Natur mit der Bevölkerung dieses Welttheils einen eigenthümlichen Plan verfolgte, dessen Abweichungen höchst auffallend und für uns unerklärlich sind.

Ein Geschöpf der Vorzeit, für welches wir auch jetzt keinen Repräsentanten haben, war das Dinotherium (das Schreckliche). Man wußte, da die Reste desselben bis vor Kurzem unvollständig waren und der bedeutendste nur aus einem Kopfe bestand, nicht recht, ob man es zu den Land- oder zu den Wasserthieren zählen sollte; im letzteren Falle würde es in dem Walroß und noch mehr in dem See-Elephanten, welcher neben den Zähnen auch einen wirklichen Rüssel zeigt, Verwandte haben, wodurch die ungemeine Größe, die nach unten gerichteten Hauer, Stoßzähne, viel von ihrer schreckenerregenden Bedeutung verlieren dürften. Das Walroß hat deren auch und bedient sich ihrer, um an den Klippen steiler Küsten emporzuklettern; vielleicht brauchte es seine Hauer gleich dem Nilpferd, um Wassergewächse auszuheben und sich von deren saftreichen Wurzeln zu nähren; denn die übrigen starken Kauzähne deuten einen Pflanzenfresser an. Da der Kopf $3\frac{1}{2}$ Fuß lang und $2\frac{1}{2}$ Fuß breit ist, muß das Thier (welches vielleicht 25 Fuß gemessen) zu den größten Landthieren gehört haben. Der Bau des Kopfes aber verräth einen Rüssel, daher man das Thier in der Regel tapirartig abbildet und es in die Reihe der Dickhäuter stellt (Pachydermata: Elephant, Rhinoceros, Nilpferd, Schwein). Cuvier

Dinotherium.

war bereits der Ansicht, daß dieses Riesengeschöpf der Vorwelt nicht im Meere gelebt habe, und das Vorkommen seiner Gebeine spricht auch nicht dafür; sie werden in der tertiären Landformation von Süddeutschland und Nordfrankreich, mitten in Griechenland und Indien in Gesellschaft von Gebeinen des Nashorns, des Elephanten und des Pferdes gefunden. Neuerdings wurden endlich die diesem Thiere angehörigen Extremitätenknochen gefunden, welche elephantenähnlich sind, und damit dürfte diesem Thiere seine Stelle unter den Dickhäutern endgültig angewiesen sein.

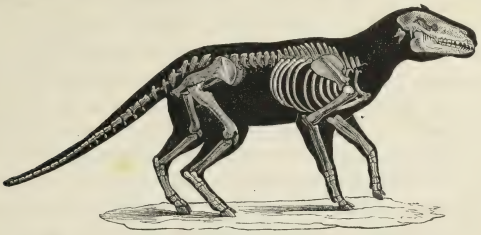
Somit schließen sich ihm folgerecht die übrigen Dickhäuter an, unter denen das kleinste ein Thier, welches unseren Schweinen sehr nahe verwandt und Hyotherium (Schweinethier) genannt, sehr häufig in den rhei-



Palaeotherium magnum.

nischen Tertiärgebirgen gefunden wird; Hauer und andere Knochen vom eigentlichen Wildschwein findet man allerdings in den englischen und irischen Torfmooren, allein man hat vielleicht nicht Unrecht, dieselben nicht als vorweltlich zu betrachten, wenigstens ist es zweifelhaft, ob unser jetziges Schwein seine Ahnentafel bis vor Adam hinauf führen könne. Das Palæotherium (Vorweltthier) gehört der ältesten Tertiärzeit an und scheint, da es in den Schichten der jüngeren durchaus nicht gefunden wird, zur Zeit der Sintfluth schon gänzlich ausgestorben gewesen zu sein. Es hatte nach seinem Kopfknochenbau die auffallendste Aehnlichkeit mit unserm Tapir und mochte im Allgemeinen, wenigstens das Palaeotherium magnum, welches vorstehende Figur zeigt, die Größe eines Pferdes gehabt haben, wiewohl viele Species von geringerer Größe unterschieden werden; es mochte

wohl eine Art Mittelglied zwischen Tapir und Nashorn bilden, während die anderen kleineren Species bis zu der Größe eines Hasen herabsteigen. Mit den Resten dieses Thieres kommt ein anderes, gleichfalls längst von der Erde verschwundenes, das Anoplotherium (waffenloses Thier), vor, welches die nachfolgende Figur darstellt; dasselbe hat zwei Zehen (das vor-



Anoplotherium commune.

her beschriebene drei gleich große), welche mit Hufen besetzt sind und an Reh und Hirsch erinnern. Das größte derselben mag die Höhe eines Rehes erreicht haben, das kleinste war nicht größer als ein Meerschweinchen; der gedrungenere, kürzere Bau und die Gestaltung der Zähne lassen die Kenner von Versteinerungen schließen, daß dieses Thier zu den Dickhäutern gehört habe; sein gewaltig starker Schwanz würde an die neuholländischen Springthiere (Känguruh) erinnern, welche beim Aufrechtstehen ihn zur Stütze brauchen; die Knochen des Vorderfußes sind jedoch zu lang, um dieser Muthmaßung Raum zu geben. Eine besondere Eigenthümlichkeit des Gerippes ist der sehr hohe Kamm über den Schultern, wodurch es beinahe glaublich wird, daß dieses Thier einen kameelartigen Höcker gehabt habe.

In den Gipslagern um Paris haben sich die Knochen der beiden letzten Thiere so häufig und so schön erhalten vorgefunden, daß sie die künstlich skeletirten an Schönheit übertreffen; dies giebt Cuvier Gelegenheit, ihren Knochenbau bis in die kleinsten Einzelheiten zu verfolgen und daraus nicht nur auf den ganzen Bau, die Körpergestalt, sondern sogar auf die Bekleidung, das Fell, zu schließen — allerdings ein kühner Versuch; allein aus dem Knochenbau läßt sich wenigstens das mit Sicherheit entnehmen, daß in dem Anoplotherium ein Uebergang von den Dickhäutern zu den Wiederkäuern vorliegt, wie die zweigespaltenen Hufe auch schon beim Schweine vorkommen.

Das Nilpferd, welches die ältesten Geschichtschreiber schon kannten, und welches sich jetzt nur in der Mitte von Afrika, von oberhalb der Katarakten des Nils bis zur Westküste des Welttheils findet, scheint, so wie viele seiner Verwandten (Dickhäuter), zu vorweltlichen Zeiten weiter

verbreitet gewesen zu sein; unzweifelhaft hat man Reste dieses Thieres an vielen Orten gefunden. In der Naturaliensammlung von Florenz fand Cuvier eine solche Menge Knochen, daß es ihm gelang, ein ganzes Skelet davon zusammenzusetzen; auch in Deutschland (selten) und in England, in der Grafschaft York, kommen dieselben vor.

Zunächst dem Nilpferd folgt unter den Dickhäutern aufsteigend das Nashorn, und zwar findet man dasselbe, gerade wie auch noch jetzt, in zwei verschiedenen Hauptabtheilungen, als einhörniges und als zweihörniges. Die gewaltige Waffe, mit welcher es gelegentlich wohl einmal einem Elephanten den Bauch aufschlitzt, wie ein wilder Eber dem Hunde, ist eigentlich so wenig ein Horn, wie die Walfischbarte ein Zahn; beides besteht aus zusammengewachsenen Haaren, nicht aus Horn- und Knochensubstanz. Dennoch ist es bei seiner Breite und Dicke wohl geeignet, auch dem stärksten Thiere Schrecken einzuflößen, besonders wenn man bedenkt, daß dieses merkwürdige Geschöpf fast unverwundbar ist, und daß die Kugel des Jägers so wenig in seinen Panzer eindringt, als die Krallen des Tigers. Die Reste des Thieres findet man schon in den unteren tertiären Schichten, viel häufiger jedoch in den oberen, und dann im Tode, wie noch jetzt im Leben, mit dem Elephanten vergesellschaftet. Sibirien ist sehr reich an Rhinocerosknochen aller Art und an sogenannten Hörnern, welche man bis 3 Fuß lang findet. Dieselben sind noch so wohl erhalten, spaltbar und elastisch, daß die Völker jener Gegend ihre Bogen daraus machen. Man hat in dem Diluvialboden der Lena, in der Gegend von Jakutzk, ganze Thiere mit Haut und Haaren gefunden und kann durch Eigenthümlichkeiten der Zähne, Knochen und Hörner viele verschiedene Arten unterscheiden. In Deutschland allein hat man fünf Species gefunden.

In neuester Zeit wurden durch die Eisenbahnbauten die Erdfunde vorweltlicher Reste bedeutend vermehrt; so ist unter andern in der Nähe der Stadt Altenburg ein solcher Fund gemacht. Die sächsisch-bairische Eisenbahn führt durch die Herrschaft Poditz. Bei einem Durchstich über einem Porphyrlager kam man in Diluvial-Ablagerungen und in geringer Tiefe von 6 Ellen auf eine gelbbraun gefärbte Sandschicht, welche zwischen Lehm- und weißem Meeressande lag. Die braune Schicht enthielt eine Menge Knochen vom Rhinoceros, und zwar von derjenigen Species, welche Cuvier „Rh. tichorhinus“ nennt. Die Zähne waren sammt dem Schädel trefflich erhalten, ein großer Theil der Knochen ist leider durch die Unvorsichtigkeit der Arbeiter zerbrochen, doch der Fund ganz sicher festgestellt worden. Das Gerippe befindet sich zu Altenburg im Museum der naturforschenden Gesellschaft des Osterlandes.

Ob das Thier, welches Siwathier (Siwatherium) genannt wird, zu

den Rhinoceroten oder zu den Hirschen gehört, wie Andere meinen (ein Riesenelenn mit vier Hörnern wie das isländische Schaf), oder gar zu den Giraffen, ist zweifelhaft; ein merkwürdiges, furchtbares Thier muß es aber gewesen sein. Dem Schädel nach hatte es die Größe eines Elephanten und es war seinem Bau und seinen Zähnen nach auch ein Pflanzenfresser, wahrscheinlich sogar ein Wiederkäuer; allein im Uebrigen weicht der Bau von allem Bekannten so sehr ab, daß die Analogie den Zoologen gänzlich verläßt. Das Thier hatte nämlich vier gewaltige Hörner, von denen zwei über dem hinteren Theil der Stirn und zwei viel größere über der Augenbrauengegend standen, welche alle vier, aus einander gehend, dem Kopf ein höchst eigenthümliches Ansehen schon allein durch die Knochenzapfen gaben, die bestimmt waren, diese Hörner zu tragen, welche aber, wenn man sie sich in noch viel mächtigerer Ausdehnung als wirkliche Hörner — und wären sie auch nur wie die eines ungarischen Stiers — auf dem Haupte eines lebenden Elephanten denkt, ein wirklich Entsetzen erregendes Bild gegeben haben müssen.

Die weit vorspringenden Nasenknochen verrathen einen Rüssel; da man jedoch nichts weiter von dem Thiere kennt als eben den Kopf, so ist es gewagt, auf seine übrige Ausstattung zu schließen. Fast befremdend ist daher die Behauptung des berühmten französischen Naturforschers Geoffroy, welcher dasselbe geradezu Camelopardalis primigenius — dies heißt die älteste Giraffe — nennt. Ein so schwerer und so furchtbar bewaffneter Kopf war wohl nicht geeignet, von einem so zierlichen schlanken Halse getragen zu werden, wie ihn dieses schöne, seltene Thier hat.

Dies größte der vorweltlichen Landthiere gehörte — wie noch jetzt unter den lebenden — der Familie der Elephanten an, welche in mehreren verschiedenen Gattungen und Species und meist etwas größer als der größte gegenwärtig lebende, gefunden werden. Der größte vorweltliche Elephant erreichte eine Länge von etwa 30 und eine Höhe von etwa 15 Fuß, was von dem lebenden häufig kaum zu Zweidrittheilen erreicht wird. Man unterscheidet gewöhnlich den asiatischen vorweltlichen Elephanten unter dem Namen Mammuth von dem nordamerikanischen Mastodon oder Ohiothier; allein unzweifelhaft gehören die gefundenen Reste mehr als zweien verschiedenen Species an. Das Mammuth ist ausschließlich der nordischen Erdhälfte eigen, doch keineswegs Asien allein, woselbst es vielleicht zuletzt entdeckt wurde, obschon es in ungeheurer Menge vorkommt. Historisch gewiß ist, daß schon Otto von Guericke, der Erfinder der Luftpumpe und der Elektrisirmaschine, im Jahre 1663 Zeuge einer Ausgrabung von Elephantenknochen war, die man in der Gegend von Quedlinburg am Sevekenberge vornahm, wo in dem Lehm, welcher

die breiten Spalten des Muschelkalkes erfüllte, diese Knochen schon öfter gefunden worden waren. Die ungeheuren Stoßzähne sah man für Hörner an, und Leibnitz setzte daraus ein sonderbares, phantastisches Ungeheuer zusammen, verpflanzte einen Stoßzahn als Horn auf die Mitte der Stirn, gab jeder Kinnlade ein Dutzend fußlanger Mahlzähne (bekanntlich hat der Elephant nur einen Backenzahn in jeder Hälfte eines Kiefers, also im Gebiß oben und unten nur vier; da dieselben sich abnutzen, so ist bei dem sehr langen Leben des Thieres für den Ersatz dadurch gesorgt, daß, wenn der Zahn sich abbraucht, dahinter ein neuer größerer sich bildet, dergestalt, daß, wenn das erste Doppelpaar beinahe abgenutzt ist, das zweite Doppelpaar, auch schon ganz fertig vorhanden, bereit ist, die ausfallenden Stummel zu ersetzen; natürlich geschieht dies nicht mit allen vieren gleichzeitig, sondern nur in beiden Hälften einer Kinnlade zugleich und immer nach dem Bedarf des Thieres) und nannte das Ungeheuer seiner Einbildungskraft Unicornu fossile, versteinertes Einhorn.

Die wunderliche Figur, deren Beschreibung und Zeichnung sich in seinen Werken (Protogaea Tab. XII.) findet, erhielt sich ein volles Säculum, bis im Jahre 1796 im Kalktuff, der die Sohle des Unstrutthales bedeckt, das ganze Gerippe eines Mammuth gefunden wurde, welches die gelehrten Herren des Landes Gotha für ein Naturspiel erklärten, bis der Bibliothekar des Herzogs von Sachsen-Gotha, Tenzel, es als die Reste eines vorweltlichen Elephanten erkannte.

Die Fundorte dieser Knochen sind unzählig, und an manchen Orten sind sie in großen Massen aufgehäuft. In dem Lehm des sogenannten Seelberges bei Cannstatt in Württemberg sah ein Soldat im Jahre 1700 einige Knochen stecken. Auf die Anzeige davon wurden auf Befehl des Herzogs Eberhard Ludwig Nachgrabungen veranlaßt, und man fand daselbst einen wahren Elephanten-Friedhof; allein 60 Stoßzähne wurden ausgebeutet, die übrigen Knochen als werthlos verschleudert, die Stoßzähne aber als Elfenbein der Hof-Apotheke übergeben, welche nichts Besseres damit zu machen wußte, als sogenanntes Knochen- oder Beinschwarz daraus zu fertigen. Im Jahre 1816 wurden kurz vor dem Tode des Königs Friedrich ebenfalls Nachgrabungen veranstaltet, und man fand am ersten Tage gleich 21 Stoßzähne und am zweiten 13 über einander kreuzweis geschichtete Zähne und daneben, wie bereits erwähnt, ausgebrannte Holzkohlen, woraus man auf Anwesenheit der Menschen schließen wollte. Einige dieser Zähne sind dem Stuttgarter Naturalien-Cabinet einverleibt, aus den übrigen Knochen machte man sich nicht viel und versuchte, trotz der ungeheuren Masse derselben, und obwohl Jäger damals schon thätig war unter den Naturforschern, nicht einmal ein Gerippe daraus zu bilden.

Aber am merkwürdigsten ist das Vorkommen in Sibirien, wo man die Mammuthknochen in so ungeheurer Menge findet, daß die Zähne einen bekannten Handelsartikel ausmachen. All das Elfenbein, welches in großen Stücken theils zu Platten und Paletten, theils zu kunstvollen Schnitzwerken verarbeitet wird, ist aus dem Schooße der Eisinseln gewonnenes Elfenbein, denn kein lebender Elephant giebt eine Masse zu einem Becher oder Kelch von 7 Zoll Durchmesser, wie es deren in Berlin, Gotha, München ꝛc. giebt. Besonders an den Ufern der Flüsse, wenn der Strom das Erdreich untergräbt und dasselbe, nun durch Aufthauen im Sommer locker geworden, abstürzt, sind die Reste dieser wunderbaren Thiere in größter Masse gefunden worden. Der Holländer Isbrand Ides reiste im Jahre 1692 als Gesandter durch Sibirien nach China. In seiner Reisebeschreibung berichtet er unter Anderm: „Auf dieser Reise hatte ich eine Person bei mir, welche alljährlich ausgewesen, die Zähne von Elephanten aufzusuchen. Diese Person hat mir erzählt, daß sie einstmalen mit ihren Gesellen einen Kopf eines solchen Thieres gefunden habe, welcher aus einer dergleichen abgefallenen gefrorenen Erde herfürgekommen sei. Sobald sie solchen Kopf geöffnet, befunde sie, daß das Fleisch meistentheils verfault sei, die Zähne aber, so gleich den Elephantenzähnen vorn aus dem Maule herausstehen, wurden nicht ohne Mühe ausgebrochen, wie auch einige Theile von dem Kopf. Endlich seien sie an einen Vorderfuß gekommen, den sie abgehauen und ein Glied davon in die Stadt Trugan gebracht hätten, welches so dick gewesen wäre, wie eine ziemliche Mannsperson in der Mitte des Leibes. In dem Hals wäre an dem Gebeine noch etwas Rothes wie Blut zu sehen gewesen. Von diesem Thiere wird verschiedentlich gesprochen. Die verruchten Ungläubigen, die Heiden, als die Jakuti, Tunguſi und Ostiaki, sagen, daß diese Thiere sich jederzeit in der Erde aufgehalten und darin hin und wieder gehen, ob es schon im härtesten Winter noch so stark friere; erzählen auch dabei, daß sie öfters gesehen haben, wann ein solches Thier gegangen, und alsdann die Erde über demselben aufgeschmissen worden und dann wiederum eingefallen und in ein tiefes Loch verwandelt worden sei. Sie meinen auch ferner, daß, wann dieses Thier so hoch komme, daß es die Luft sehe oder rieche, so sterbe es alsbald, und daher geschehe es, daß an den Ufern der Flüsse, allwo sie unversehens herauskommen, viele todt gefunden werden. Dies ist die Meinung der ungläubigen Heiden von diesen Thieren, welche sie doch niemals gesehen haben, hingegen glauben die alten sibirischen Russen und sagen, daß der Mammuth eben solch ein Thier sei als der Elephant, nur daß die Zähne etwas krümmer und fester an einander geschlossen seien.

„Ueber dieses meinen sie, daß die Elephanten sich vor der Sintfluth in diesen Landen aufgehalten hätten; da denn dazumal eine wärmere Luft

müsse gewesen, und daß mit der Sintfluth ihre ertrunkenen Leiber, durch das Wasser und über demselben schwimmen, unter die Erde gespület und mit derselben bedeckt worden seien. Nach der Sintfluth aber sei die Luft, welche vorhero warm gewesen, in eine große Kälte verwandelt worden, dahero sie von derselben Zeit an in der Erde hart eingefroren liegen und vor aller Fäulniß bewahrt worden, bis daß sie, nachdem es aufgethauet ist, herfürkommen, welches denn keine unverständige Meinung ist, denn außer, daß vor der Sintfluth allda keine wärmere Luft hat sein dürfen, so kann es wohl sein, daß die Leiber der ertrunkenen Elephanten wohl einige hundert Meilen weit von einem anderen Orte dahin in denen Wassern der Sintfluth, die den ganzen Erdboden bedeckten, konnten getrieben worden sein."

Wir sehen aus dieser Erzählung, daß in Rußland vor 150 Jahren, so wie in Deutschland vor 200 Jahren die fossilen Elephantenknochen bereits bekannt, ja daß dieselben Meinungen darüber verbreitet waren, in welche sich noch jetzt die gelehrte Welt theilt, daß sie nämlich dort gewohnt hätten oder dorthin geschwemmt seien.

Aber noch viel früher fesselten dergleichen Gebeine schon die Aufmerksamkeit der Menschen; schon Theophrast, ein Schüler des Aristoteles, erzählt, daß es fossiles Elfenbein und zwar sowohl von weißer als von schwarzer Farbe gäbe, daß in der Erde Knochen sich erzeugten und daß knöcherne Steine vorkämen. Die ersten schriftlichen Nachrichten von in Europa entdeckten Elephantenknochen stammen aus Würtemberg, woselbst man bereits 1494 dergleichen gefunden haben soll, und in der Miacheliskirche von Hall am Kocher befindet sich noch heutigen Tages ein riesiger Stoßzahn in eisernen Bändern aufgehängt mit der merkwürdigen Inschrift:

„Tausend sechshundert und fünf Jahr
Den dreizehnten Februar ich gefunden war
Bei Neubronn in dem hallischen Land,
Am Behlerfluß zur linken Hand,
Sammt großen Knochen und lang Gebein,
Sag, Lieber, wess' Arth ich mag sein?"

Als 1577 der Sturm bei Kloster Reyden im Canton Luzern eine Eiche entwurzelte, kamen große Knochen zum Vorschein. Felix Plater, Doctor der Medicin zu Basel, untersuchte dieselben im Jahre 1584 und erklärte, daß sie einem menschlichen Riesen von 19 Fuß angehörten. Die Zeichnung von diesem Giganten befindet sich noch in Luzern.

Es scheint, daß besonders die Form der Backenzähne und der Vorder- und Hinterfüße, an denen man fünf Finger zu unterscheiden suchte (wie denn der Elephant wirklich fünf Zehen hat), zu der Vermuthung, es seien

die gefundenen Knochen Riesengebeine, Veranlassung gegeben. Die Zahnform paßte zu keiner der bekannten Thiere, und fünf Finger hatte auch keins der den damaligen Anatomen näher bekannten Geschöpfe. Wie tief die gedachte Ansicht Wurzel gefaßt, ersieht man am deutlichsten aus den Verhandlungen der Pariser medicinischen Facultät. Ein Chirurg, Mazurier, hatte 1613 unterhalb Lyon, auf dem linken Ufer der Rhone, Zähne und viele Knochen eines Mastodon gefunden. Derselbe sagte aus, er hätte die Gebeine aus einem durch ihn entdeckten Grabmal, aus Ziegeln erbaut, 30 Fuß lang und 15 Fuß breit, entnommen. Das ganz verschüttete Grabmal habe über der vermauerten Eingangsthür die Aufschrift: Teutobuchus rex gehabt (so hieß der König der Teutonen, welcher mit den Cimbern in Gallien einfiel, gegen Marius kämpfte und in der Schlacht bei Aquä Sextiä im narbonnensischen Gallien — jetzt Aix im Departement der Rhonemündungen — geschlagen und gefangen, den Triumpfzug des Marius zieren mußte); es sei also unzweifelhaft, daß hier der gefangene König begraben worden, welcher nach der römischen Geschichtschreiber glaubwürdiger Aussage so groß gewesen, daß er alle die bei dem Triumphzuge auf hohen Lanzen getragenen Trophäen weit überragt habe. Auch habe das vorgefundene Gerippe 25½ Fuß Länge und 10 Fuß Schulterbreite (bei aller Größe doch kein schlanker, sondern ein ungewöhnlich untersetzter Mann) und einen Kopf von 5 Fuß gehabt. Mazurier reiste mit diesem Gerippe in Deutschland und Frankreich umher, und selbst der damals halb unter der Vormundschaft der entsetzlichen Mediceerin regierende König von Frankreich, Ludwig XIII., sah das angeblich menschliche Ungeheuer und nahm großes Interesse an der Sache.

Das bessere Wissen der Naturforscher kam in lebhaften Streit mit dem Aber- und Wunderglauben der Zeit, es entspann sich ein lebhafter Federkrieg, in welchem die Frage sehr ernsthaft abgehandelt wurde: ob nicht Adam wirklich ein Riese gewesen, der bis an den Himmel, und der, wenn er sich niederlegte, vom Aufgange der Sonne bis zum Untergange reichte, und Bücher auf Bücher entstanden, in denen das Dasein der Giganten unwiderleglich bewiesen wurde.

Vielleicht hängt die Sage von der Größe des Achilles (12 Ellen) und des Ajax u. s. w. mit aufgefundenen Elephantengebeinen zusammen; aus dem Grabhügel des Letztgenannten soll man zu Perikles' Zeiten eine Kniescheibe wie ein Teller groß geholt haben, woraus auf die Größe des Ajax geschlossen wurde. Das war vielleicht ein Elephantenknochen, wie in Berlin ein Schulterblatt und eine Rippe eines Walfisches, an einem Eckhause des Molkenmarktes hängend, noch jetzt vom Volke für Riesengebein gehalten wird.

Es wäre für unsern Zweck sehr überflüssig, wollten wir alle Fundorte fossiler Elephantengebeine angeben, nur ihres außerordentlichen Reichthums wegen sind Nordasien und Nordamerika besonders hervorzuheben. In Sibirien hat zuerst Saritschef einen Elephanten mit Haut und Haaren beschrieben, den Fischer an dem Ufer des Laseia, jenseits der Indigirka, im Eise steckend gefunden hatte. Im Jahre 1799 wurde ein Mammuth mit Haut und zweierlei sehr starken und verschiedenen Haaren, aus dem bedeckten gefrorenen Schlamme herausschmelzend, von einem tungusischen Fischer an der Mündung der Lena gefunden, und Adams benutzte ihn zur

Mammuth.

Aufstellung eines vollständigen Gerippes sowohl, als zum Ausstopfen des Felles; denn obwohl die wilden Thiere nicht nur davon gefressen, sondern auch die Hunde der Jakuten sieben Sommer (jeder drei Monate) damit gefüttert worden, so war doch nur eine Seite von Fleisch entblößt, und es war noch die ganze Hautbedeckung, das eine Ohr und ein Augapfel vorhanden. Die Haut war mit 10 Zoll langem, starkem und straffem Haar dünn besetzt, zwischen diesem aber befand sich ein starker, wollener Pelz von röthlicher Farbe und ziemlicher Feinheit. Die steifen Grannen dienten wahrscheinlich dazu, um diese Wolle locker zu erhalten. Das so wiederhergestellte Thier wurde nach Petersburg um den Preis von 10 000

Rubel Silber verkauft und ziert das Museum daselbst. Die auf voriger Seite gegebene Zeichnung stellt dasselbe dar, wie es muthmaßlich mit Fleisch und einem langhaarigen Pelz umkleidet ausgesehen, und wir erhalten ein ungefähres Bild von den Verhältnissen des Thieres. Die Zähne, welche man vollständig, 6 Fuß lang und vom schönsten Elfenbein, findet, haben eine doppelte Krümmung, d. h. sie sind nach einer Richtung halbmondförmig gebogen, aber wenn man sie dieser Biegung entsprechend auf einen Tisch legt, so liegen sie darauf nicht gerade und flach auf, sondern stehen mit beiden Enden in die Höhe. Die Zähne hatten also anfangs in der Kinnlade eine ziemlich parallele Richtung, bogen sich aber je weiter vom Kopfe ab nicht blos aufwärts, sondern auch auswärts, wie die Hörner eines Stieres. Die Thiere kommen meistentheils aufrecht am Uferschlamme der Flüsse fest eingefroren vor, wahrscheinlich sind sie in demselben, als er noch weich war, erstickt und dann im Eise bis auf unsere Zeit erhalten. Für diese Ansicht spricht erstens das geronnene Blut, welches man in den feinsten Gefäßen im Innern der Schädel findet, ferner die Nahrung, welche die Thiere noch theilweise zwischen den Zähnen haben, und die in Tannennadeln und Spuren der Früchte von Fichten, Cedern ꝛc. besteht, welche noch jetzt in jener Gegend wachsen. Wären diese Riesen der Vorwelt von großen Entfernungen hergetrieben, so würden sie eine fremdartige Nahrung mit sich führen; wären sie nicht den Erstickungstod gestorben, so hätten die Cappillargefäße sich nicht so weit mit Blut füllen können. Man ist wegen dieser Thatsachen so wie wegen ihres trefflichen Pelzes auch gar nicht mehr darüber zweifelhaft, ob Sibirien ihr Vaterland gewesen sei oder nicht, und bejaht die Frage unbedenklich. Bei alledem mag es wohl dort zu ihrer Zeit wärmer gewesen sein als jetzt; aber daß sie Kälte ertragen konnten, beweist eben ihr Wollpelz. Vielleicht hat die Hebung von Centralasien allmählig ihren Untergang herbeigeführt (Quenstedt), weil dadurch nothwendig die Temperatur Nordasiens herabgedrückt werden mußte. Manche behaupten freilich, es müsse ein plötzliches Eintreten der Kälte stattgefunden haben, weil sonst das Einfrieren mit Haut und Haaren nicht denkbar sei, indeß findet dieses doch nur bei einzelnen Individuen statt und verliert bei einigem Nachdenken viel von seinem Wunderbaren.

Gewöhnlich thauet dort der Boden nur drei Fuß tief auf, es giebt jedoch Sommer, in denen er auch sechs und sieben Fuß tief aufthauet, wie im Jahre 1834. Nun ist gar nicht fraglich, daß während des unmittelbar nächsten Winters, wenn er nicht schneelos ist, der Boden von oben herab nicht wieder sieben Fuß tief gefrieren wird, wohl aber dringt die Nässe des aufgethaueten Erdreichs tiefer und erreicht die darunter liegende Masse von Schlamm. Kommen nun zwei heiße Sommer unmittelbar hinter einander, so wird

ein Mammuth, das zufällig solche sumpfige Stelle betritt, in die Tiefe des aufgethaueten Sumpfes einsinken, bis nichts mehr davon zu sehen ist. Da die gewöhnliche Temperatur jener Gegenden aber eine solche ist, bei welcher das Erdreich über die Tiefe von drei Fuß hinab in der Regel gefroren bleibt, so muß ein dorthin gerathenes Thier, eingefroren, der fernsten Nachwelt aufbewahrt werden, bis veränderter Lauf der Flüsse oder andere Umwandlungen des Erdbodens seine Schlummerstätte wieder aufdecken.

Daß dieses Zufälligkeiten sind, wird bewiesen durch die Vereinzelung der wohlerhaltenen Thiere, so wie durch das Auffinden der ungeheuren Knochenberge und Inseln des Eismeeres. Wären nämlich die sämmtlichen Thiere mit einem Schlage untergegangen, so würde man die ersteren viel häufiger, die letzteren gar nicht finden, es wäre dann gestorben und erstarrt, was überhaupt von der verderblichen Katastrophe erreicht, übereilt wurde, also zweifelsohne die ganze Bevölkerung von Elephanten, d. h. bei weitem mehr, als gefunden wird. Es konnten wiederum durchaus nicht alle die Thiere gleichzeitig beisammen wohnen, deren Reste man im Eismeere auffindet, und zu denen Jahrtausende lange Reihen von Generationen beigetragen haben. Diese Knochen sind in ungeheurer Masse zusammengeschwemmt und nehmen an Häufigkeit und Mächtigkeit immer mehr zu, je weiter man nach Norden kommt; die Lachow-Insel und Neu-Sibirien sind buchstäblich aus Eis- und Elephantenzähnen gebildet, selbst das Meer wirft deren bei jedem Sturme an die Küsten, und obschon die Handelsleute diesen kostbaren Artikel seit mehr als 100 Jahren für Europa und seit 500 Jahren für den Handel mit China ununterbrochen ausbeuten, während des Winters endlose Karawanen von Hundeschlitten, während des Sommers zahllose Fischerbarken von den Knocheninseln nach Süden und Osten ziehen, ist doch bis jetzt noch nicht die geringste Abnahme von Elfenbein bemerkbar. Die Zähne wiegen einzeln zwischen 3 und 12 Pud, d. h. zwischen 120 und 480 Pfund. Aus den Berichten Chamisso's über seine Reise mit dem russischen Schiff Rurik geht hervor, daß auch auf der ehemaligen russischen Seite von Nordamerika die Knochen und Zähne vorweltlicher Elephanten im Eise der Gletscher vorkommen. Das Eis ist, zuoberst mit bläulichem Thon bedeckt, welchem eine fußdicke Torfschicht zur Unterlage dient, durch Verwitterung an der Oberfläche in Dammerde übergegangen und schönen Rasen tragend. Nicht tief unter diesen Schichten, mitten im Eise, aber unmittelbar eingeschlossen in gefrornem Sand und Schlamm, finden sich die Elephantenknochen vereint mit Resten von Hirschen, Pferden und Rindern.

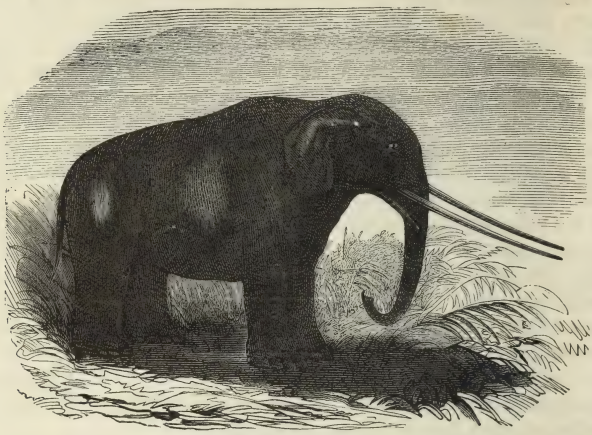
Man glaubte Anfangs nur eine vorweltliche Elephantenspecies annehmen zu dürfen; allein so wie es auf Erden noch jetzt zwei in ver-

schiedenen Welttheilen lebende, auffallend verschiedene Arten giebt, so gab es in früheren Zeiten noch mehrere, darunter die auffallendste und größte im aufgeschwemmten Lande, im Lehm von Nordamerika sehr häufig vorkommt, und beweist — wie das ähnliche Verhalten der asiatischen Reste — daß dieses Thier jene Epoche, die wir die Sintfluth zu nennen gewohnt sind, vollständig überlebt hat und erst später, vielleicht in Folge mangelnder Nahrung oder veränderter klimatischer Verhältnisse, ausgestorben ist, wie noch jetzt ganze Thiergattungen aussterben und in historischer Zeit ausgestorben oder ausgerottet sind, was z. B. nachweislich mit dem entenartig gestalteten Raubvogel Dodo oder Dudu von den maskarenischen Inseln seit 100 Jahren geschehen ist, wie Steller's Seekuh seit 1768 von der Erde verschwunden ist, wie auch das Elenn in Europa fast ganz, wie eben hier der Biber und der Ur oder Auerstier völlig vertilgt sind. Der größte Elephant war wohl das seiner Zähne wegen, welche zitzenförmige Hügel auf der Kaufläche haben, wie die nachstehende Figur sehr deutlich zeigt, Mastodon genannte Ohiothier. Es ward dieser Elephant schon im Jahre 1705 am Hudsonfluß bei New-York gefunden, aber seit 1739 ward in den Urwäldern des Ohio eine sumpfige, schwankende Torfrasenstelle mit vielen Salzquellen entdeckt, welche den Ureingebornen unter dem Namen der großen Salzleck bekannt war, und wohin von nah und fern die Heerden der Wiederkäuer, Büffel- und Bisamochsen, kamen, um das ihnen so dienliche und wohlschmeckende Salz zu schlürfen. Die Gegend ist mit Knochen aller Art bedeckt, denn die Thiere erdrückten einander in ihrer Begier, andere sanken lebendig in den Schlamm ein und machten ihn fest für ihre Nachfolger.

Zahn des Mastodon.

Die Cultur hat die Heerden verscheucht, man findet nur noch ihre Reste; allein unter denselben und keineswegs so tief, daß man auf eine gar zu entlegene Vergangenheit zurückzugehen brauchte, findet man auch die Knochen, Zähne und Geweihe von Mastodonten, eigentlichen Elephanten, Pferden, riesigen Hirschen und andern urweltlichen Thieren. Sowohl die vortreffliche Erhaltung derselben als ein anderer interessanter Fund, ein Magen mit den halb verdauten Pflanzenresten, welche das Thier genossen, lassen auf ein nicht zu hohes Alter schließen. Die Wilden nennen das Thier, von welchem die Knochen stammen, den Büffelvater, die Naturforscher Mastodon giganteum, und die umstehende Zeichnung giebt das restaurirte Thier. Es befindet sich ein prächtiges, vollständiges Skelet davon zu New-York, ein anderes zu Philadelphia. Im Jahre 1840 wurde

im Osage-County ein ganzes Skelet fast unversehrt und in so frischem Zustande gefunden, daß der Entdecker, Koch, daraus die Behauptung auf-



Mastodon giganteum.

zustellen wagte, es habe noch mit den Wilden, welche Nordamerika ehemals bevölkerten, zusammengewohnt. Das Thier mißt von der Spitze der Nase bis zum Schwanzwirbel 30 Fuß, was allerdings sehr groß scheint, doch vielleicht noch überboten wird, da sich Knochen finden, welche noch größeren Thieren angehört zu haben scheinen.

Jeder Knochen eines Thieres hat eine so eigenthümliche Gestalt, daß er sich von demselben Knochen eines anderen Thieres derselben Species nur durch die Größe und bei gleicher Größe gar nicht unterscheidet. Der Hauptknochen (der Metacarpus) des rechten Fußes jedes Pferdes ist dem Röhrenknochen des rechten Fußes jedes anderen Pferdes gleich, unterscheidet sich jedoch schon wesentlich von dem des Esels, des Zebra u. s. w.; so ist auch jede Rippe, jeder Hals- oder Rückenwirbel von dem anderen unterschieden; aber wenn der zwölfte Rückenwirbel eines Stieres sich vom elften desselben unterscheidet, so ist doch der zwölfte Rückenwirbel bei allen Stieren derselben Race ganz gleich. Diese Entdeckung ist der Triumph und die Grundlage der vergleichenden Anatomie, danach kann der Gelehrte in diesem Fache aus einer vorhandenen Rippe oder einem Fußknöchelchen oder einem Hüftbein — kurz, was für ein Knochen es immer sei — das Thier und die Größe des Thieres, dem es gehört hat, bestimmen.

Dies Alles steht fest. Im Besitze des Professor Klippstein, bekannt als Naturforscher und von besonderen Verdiensten um die Lehre von den Versteinerungen, befand sich ein Epistropheus, d. h. ein zweiter Halswirbel (der erste heißt Atlas) von einem Elephanten von beinahe einem Fuß Höhe und zehn Zoll Breite; dies berechtigt zu der Annahme, daß das Thier, dem er angehörte, 30 Fuß hoch und beinahe 60 Fuß lang gewesen! Es wäre allerdings möglich, daß dieser zweite Halswirbel einem Walfisch angehörte, alsdann würde die Ausdehnung desselben nichts Wunderbares sein; dann aber würde man denjenigen, der ihn für einen Elephantenknochen hält und ausgiebt, nicht mehr einen Naturforscher nennen.

Aber auch an kleinen Säugethieren hat es zu jener Zeit nicht gefehlt: Mäuse, auch gewöhnliche und Wasserratten finden sich in Menge versteinert, die Hausmaus allerdings nirgends, weil es zur Zeit der Mastodonten wohl schwerlich schon Häuser gegeben hat. In den Geröllen und Knochengeschieben des Mittelmeeres findet man die Knöchelchen einer ausgestorbenen Mäusegattung in so ungeheurer Menge, wie man sonst nur Nummuliten, kleine Muscheln, im Grobkalke findet, das Knochengeschiebe (Knochenbreccie) scheint fast ausschließlich aus ihren Wirbel-, Schenkelknochen und Zähnen zu bestehen. Einige Gelehrte nehmen an, daß diese Knochen durch kleine Raubthiere, Iltis, Wiesel, vor ihren Höhlen zusammengeschleppt sind, eine Behauptung, welche allerdings ebenso komisch ist wie die gleichfalls allen Ernstes aufgestellte, die ägyptischen Pyramiden seien nicht menschliche Bauwerke, sondern natürliche Kalkkrystalle von großen Dimensionen.

Diesen Nagethieren steht zunächst an Größe der Höhlenhase, ein Thierchen von der Größe eines Meerschweines, welches jetzt im nördlichen Sibirien lebt und den einsamen Waldbewohnern sehr nützlich ist, indem es ihnen die Heuernte besorgt; das kleine Thier baut sich nämlich ein Winterhaus von abgerissenen Gräsern, häuft Schober von zwei Ellen Höhe auf, welche sich selbst unter tiefem Schnee noch deutlich verrathen, und welche, da sie außerordentlich häufig sind, dem sibirischen Bauer genügen, sein Vieh durchzuwintern. Schließt man aus dem Vorhandensein der Elephanten im Norden auf ein in früheren Zeiten wärmeres Klima daselbst, so giebt das Vorkommen dieses Hasen (den Cuvier den korsikanischen nennt) am ganzen Mittelmeere von Gibraltar bis Griechenland, und zwar in ganzen Gerippen so wie in einzelnen Knochen, in der ungeheuersten überraschendsten Menge, der Muthmaßung Raum, daß es ehemals in Korsika und Sardinien, in Spanien und Italien bitterlich kalt gewesen, denn dieser Hase (Lagomys alpinus) sucht die Kälte, flieht die Wärme, wohnt an den

Grenzen der Schneeregion und kommt schon im Uralgebirge, als ihm zu südlich, nicht mehr vor.

Die Meerschweinchen in niedlichen Exemplaren von anderthalb bis zwei Ellen Länge, wahre Schooßthierchen, werden fossil nur in dem Vaterlande der jetzt lebenden kleinen, die selten eine Viertelelle überschreiten, in Südamerika gefunden. Auch die Biber waren in verschiedenen Species, sowohl kleiner als größer wie die unsrigen, Bewohner der Vorwelt, und findet man ihre Gebeine vom Kaukasus bis zum russischen Amerika vielfältig verbreitet. Ebenso werden die Eichhörnchen und die Murmelthiere gleichfalls fossil gefunden, welche alle auf eine starke Bevölkerung schließen lassen.

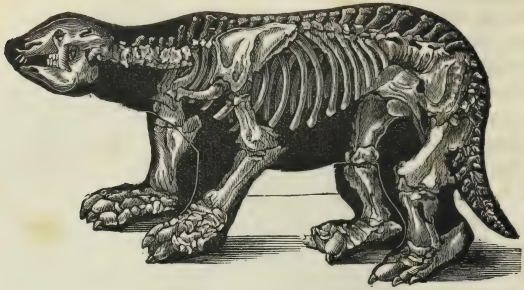
Merkwürdige Formen liefern aber besonders die Edentaten (Zahnarme), ein deshalb gewählter Name, weil ihnen die Schneide- und Eckzähne fehlen, nach denen der Zoolog die Säugethiere classificirt. Der Bau dieser Thiere war ganz ungewöhnlich; sie hatten längere Vorder- als Hinterbeine, waren ungemein plump und stark, hatten einen sehr breiten, knochigen Schweif, der auf der Erde schleppte und dazu diente, um den schweren Körper beim Klettern zu stützen. Der Knochenbau deutet an, daß sie zum Gehen wenig geschickt waren, indem sie nur mit dem äußeren Rande des Fußes auftraten (wie Kinder mitunter die entstellende Angewohnheit haben, die Sohle des Fußes nach innen zu richten), was sie indeß besonders befähigte, an Bäumen emporzuklettern, da ihre nach innen erhabene Fußsohle den Baumstamm gut umfaßte. Die Füße, mit ungeheuren Zehen und gewaltigen Krallen versehen, dienten, um sie, die ausschließlich auf Blätter angewiesen waren, in den Bereich derselben zu bringen. Einige Familien der Edentaten, die Megatherien und Mylodonten, erinnern durch ihre äußere Form und ihre ganze Haltung an die Faulthiere, mit denen sie wohl auch die Lebensweise gemein haben, und von denen die Gegenwart nur zwei verkümmerte Geschlechter kennt, das eigentliche Faulthier, Bradypus, welches so ungeschickt lange Vorderfüße hat, daß es beim Gehen sich auf den Ellenbogen fortbewegt und, weil ihm das Gehen schwer wird, zu der Fabel Veranlassung gegeben hat, daß es den Baum, auf dem es sitzt, nicht eher verläßt, als bis das letzte Blättchen verzehrt ist, während es wirklich im Klettern sehr geschickt und auf oder vielmehr unter den langgestreckten Zweigen der Bäume sehr schnell beweglich ist; es läuft an diesen, mit dem Körper unterwärts hängend und mit den vier Beinen den Zweig umfassend, gerade wie ein Matrose an einem Stag, einem schräg gespannten Seil, hinaufläuft, Beine und Arme oben, den Körper unten hängend. Das zweite ist das Krüppelthier Chaelopus, welches um ein weniges beweglicher ist, als das erstgenannte. Die Vorwelt aber hatte dieser Thiere viele ver-

schiedene; man muß staunen, wenn man diese auf das Klettern angewiesenen Thiere die Größe der Elephanten erreichen sieht, und muß sich staunend fragen: was waren es für Bäume, welche solche Lasten zu tragen vermochten?

Mylodon robustus.

Eines der merkwürdigsten Thiere dieser Gattung ist das Mylodon robustus. Das vollständige Gerippe eines solchen war im Sande des Rio de la Plata, unfern Buenos-Ayres, gefunden und nach London gebracht, woselbst es sich in dem Britischen Museum befindet; es hat die Größe eines Rhinoceros, hat einen tiefliegenden Hinterkörper, und der Fuß ist unter einem rechten Winkel an die Röhrenknochen angesetzt, wodurch, in Verbindung mit dem breiten, ungemein starken Schwanze, es beim Emporklettern eine sehr feste Stellung anzunehmen vermochte. Das Thier hatte an dem Vorderfuß fünf Finger, die drei mittelsten waren mit ungeheuren Krallen bewaffnet, der Hinterfuß hatte nur vier Zehen. Trotz dieser Größe und dieser staunenerregenden Bewaffnung war es doch zweifelsohne ein sehr harmloses Thier, denn sein Gebiß, dem alle Schneide- und Reißzähne fehlen, zeigt, daß es nur von weichen Pflanzentheilen lebte. Noch größer als das gedachte Thier war das Megatherium (Großthier), welches vierzehn Fuß lang und neun Fuß hoch im Schüttlande des Rio de la Plata gefunden und in Madrid aufgestellt worden ist. Aehnliches von Plumpheit und Schwerfälligkeit findet sich in der Natur nicht mehr, man sieht recht, daß dieses auf Nahrung angewiesen war, welche nicht davon läuft. Nachfolgende Zeichnung giebt noch keinen vollkommen deutlichen Begriff von der ungeschickten, breiten Gestalt; man muß hinzufügen, daß es im Becken zwischen den Hinterfüßen so ausgedehnt war, daß es die Füße nicht zu-

sammenbringen konnte, und daß die Schenkel- und Armknochen einen Fuß Dicke hatten. Die Krallen, welche an der Wurzel einen starken



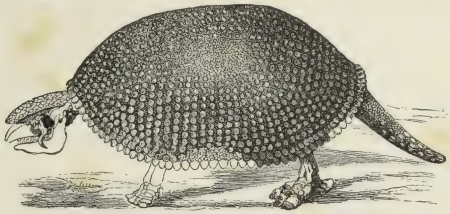
Megatherium Cuvieri.

Ansatz haben, wodurch sie gehindert werden, sich zurückzubiegen, machen die Thiere so geeignet zum Klettern wie zum Graben.

Auch in Nordamerika sind diese Riesengeschöpfe gefunden worden und zwar überall in so ungeheurer Menge, daß man nicht begreift, wo solche Thiere die Nahrung hernahmen, besonders wenn, wie Quenstedt vermuthet, sie nicht sowohl die Bäume ihres Blätterschmuckes beraubten, als vielmehr sie entwurzelten durch die Kraft ihrer Vorderbeine.

Zunächst an die riesigen Faulthiere schließen sich unter den Edentaten die Gürtelthiere an, gleichfalls Pflanzenfresser, aber nicht Kletterer; sie leben, so weit man sie jetzt kennt, nur in Südamerika (von Mexiko an südwärts bis zur äußersten Spitze des Continents) und zeichnen sich bei großer Stärke der Glieder, welche wie beim Maulwurf zum Graben eingerichtet sind, doch durch Beweglichkeit, Gelenkigkeit und eine besondere Eigenschaft, sich gleich dem Igel wie eine Kugel zusammenrollen zu können, aus. Ganz waffenlos, indem sie keine Schneide- oder Reißzähne haben (obschon das größte jetzt lebende Gürtelthier, Dasypus gigas, 94 bis 100 Kau- oder Backenzähne hat, also mehr als irgend ein anderes Landsäugethier), besteht ihr einziger Schutz in einem Panzer, welcher in breiten Ringen den ganzen Körper umgiebt, wie der Blechhandschuh der Ritterrüstung beweglich, sich unter einander verschiebend, und wenn das Thier sich zusammenrollt, es ganz einschließend. Die Gürtel weichen an Zahl sehr von einander ab, und danach werden die Species bezeichnet. Auch an Größe sind sie von einander verschieden, das soeben genannte mißt drei Fuß, und das Panzerthier aus den Gebirgen von Chile hat kaum sechs Zoll Länge.

Diejenigen Gürtelthiere, welche man versteinert findet, sind gleichfalls sehr verschieden, sowohl hinsichtlich ihrer Größe als hinsichtlich der Panzerringe, welche sie umgeben, aber alle sind riesig im Vergleich selbst mit den größten jetzt lebenden; die meisten erreichen die Größe des Nashorns, des Nilpferdes, wenigstens die eines Stieres.



Glyptodon clavipes (Hoplopherus).

Das vorstehend abgebildete, dessen sechsseitige Tafeln, in Gürtel geordnet, man in Südamerika sehr häufig findet, ist dasjenige, welches unter dem Namen Hoplopherus von Lund beschrieben worden ist; sein Wohnsitz scheint Brasilien gewesen zu sein. Ueberhaupt sind über Südamerika eine große Menge verschiedener Geschlechter vertheilt, welche sich auf einem Raum von etwa 10 000 Quadratmeilen zerstreut gefunden haben. In dem Lehm und Schlamm der jüngsten Formation findet man die ganzen Gerippe oft noch mit Haut, Knochenschildern und langen Haaren, oft auch ohne Bekleidung, gar nicht tief unter der Oberfläche, theils im versteinerten Zustande, größtentheils aber so, wie Knochen nach langem Liegen in der Erde sich zeigen. Da der Kopf des Gürtelthieres klein ist im Verhältniß zu seinem Körper, so läßt das Auffinden eines Kopfes von der Größe eines Nilpferdkopfes auf ein ganz riesiges Thier schließen. Ein solcher Kopf eines Gürtelthieres wurde aber von Darwin in Rio Negro wirklich gefunden, was auf die ganz ungewöhnliche Größe dieses Thieres zurückweist.

Noch gehören zu den zahnarmen Thieren die Ameisenfresser und Schuppenthiere. Auch von diesen haben sich sehr häufig Reste gefunden, und ihre Fundorte beweisen, daß sie viel weiter verbreitet waren als jetzt, denn nicht bloß in Amerika und Südasien, dem gegenwärtigen Vaterlande derselben, sondern selbst in Europa findet man ihre Ueberbleibsel, und Cuvier beschreibt aus vorgefundenen Knochen das Schuppenthier der Vorwelt (Manis gigantea) als 24 Fuß lang, indeß die jetzigen Elephanten selten 12 Fuß übersteigen und die jetzigen Schuppenthiere kaum $1\frac{1}{2}$ Fuß lang werden.

Die große Thierfamilie der Einhufer, Pferd und Esel, zeichnet sich vor allen andern Thieren dadurch aus, daß sie nur eine Zehe haben und auf der Spitze derselben laufen und springen; die ganze Sohle des eigentlichen Fußes bis zu demjenigen Gelenk, welches man bei den meisten Zehengängern, wie Hund, Hirsch, Rind u. s. w., das nach hinten gebogene Knie nennt, steht senkrecht, und auf der Spitze der Zehe, welche durch einen gewaltigen Nagel, den Huf, bewehrt ist, ruhet das Thier.

Es ist durchaus falsch, dieses Gelenk, welches sich, nach hinten vortretend, in der Höhe des Knies zeigt, für ein wirkliches Knie zu halten; beim Niedersetzen des Hufes sieht man sehr deutlich, was es ist, allein der Sprachgebrauch ist nicht leicht zu ändern; daß der Fuß aber ungetheilt sei, sieht ein Jeder sogleich, und daher ist dieses Kennzeichen für die ganze Klasse ein sehr glücklich gewähltes.

Das Pferd bildet heute eines der getreuesten Hausthiere und einen so steten Begleiter des Menschen, wie der Hund ist; allein es gehört keineswegs nur der Jetztzeit an, es war bereits zur Zeit des urweltlichen Elephanten vorhanden, und seine Beine werden fossil gleichzeitig mit denen des Mammuth und des Mastodon gefunden; zuerst als Equus adamiticus beschrieben und besonders gestellt, haben neuere Forschungen doch unzweifelhaft dargethan, daß es sich von Equus caballus, d. h. von dem jetzt lebenden Pferde, gar nicht unterscheidet. Die Knochen des vorweltlichen Thieres kommen in solcher Menge vor, daß man sieht, es sei diese Art sehr zahlreich vertreten gewesen, und es hat, wie Elephant und Nilpferd, die Sintflut überlebt und wurde in Europa in großen Heerden wild angetroffen, wie denn Varro zur Römerzeit deren in Spanien gefunden hat und Strabo noch viel früher von den Pferden in den Alpen berichtet. Jetzt giebt es in Europa keine wilden Pferde mehr, denn was man davon in Polen, Ungarn und in Seeland (Dänemark) trifft, ist nicht herrenlos, sondern ist in sogenannte wilde Gestüte vereint, hat seine Hirten, Treiber u. s. w. Nur in Centralasien sind auf dem alten Continent die Pferde noch vollkommen wild und wandern theils mit den mongolischen Völkerschaften, theils ziehen diese den wandernden Heerden nach.

Eigenthümlich hat es sich in Amerika gestaltet. Das wilde Pferd wird fossil dort ebenso wie in Europa in den jüngeren Tertiärschichten und mit den Gebeinen der Elephanten und ihrer übrigen Genossen vereint in großer Menge gefunden, ist also dort ursprünglich heimisch gewesen, aber völlig ausgestorben; denn thatsächlich ist es, daß die Spanier, als sie zuerst Amerika betraten, daselbst keine Pferde fanden, daß sie die friedlichen Völkerschaften hauptsächlich mit Hülfe der spanischen Pferde besiegten. Jetzt aber ist beinahe kein Land, selbst die Ukraine nicht ausgenommen, so reich an wilden

Pferden als Amerika, besonders der Süden desselben. Dort kommen Heerden von 10 000 Stück frei umherschwärmend vor, welche in den ungeheuren Pampas nur zwei Feinde haben: die verwilderten Hunde und die Schmeißfliegen; vor den letzteren finden sie eine Zuflucht in dem kälteren Klima der Südspitze von Patagonien, woselbst sie sich während des Sommers zusammendrängen, und wohin ihnen die Fliegen nicht folgen; vor den Hunden sich zu schützen, ist nicht so leicht, dieselben bequemen sich jedem Klima an, und ihnen werden die schwächeren Thiere der Heerde immer zur Beute.

Als im Jahre 1537 die Spanier den La Plata und Buenos-Ayres räumen mußten, sollen sie ihre Pferde nicht haben mitnehmen können und dieselben bei Buenos-Ayres zurückgelassen haben; von diesen sollen die zahllosen Heerden, welche man jetzt daselbst findet, abstammen. Das wäre eins der bemerkenswerthesten Schicksale, welches je ein Thier erlitten; ursprünglich war es in Amerika einheimisch, starb dann aus, ward von neuem eingeführt und vermehrte sich nach dieser Einführung so unendlich, daß kein Land der Erde dasselbe so zahlreich aufzuweisen hat als Nord- und Südamerika. Fossil finden sich Einhufer, Pferd, Esel und Zebra, auch in Südasien. Der Stammbaum des Pferdes aber läßt sich, Dank der Untersuchungen von Kawalewsky u. A. durch mehrere Zwischenglieder bis zu dem der Gegenwart mit einer Sicherheit wie bei wenigen anderen Thieren verfolgen. In den ältesten Tertiärschichten findet man nämlich ein Thier, das man Paläotherium nennt, welches zwar vier Finger besitzt, von denen aber einer am stärksten, die andern weit schwächer ausgebildet sind. Diesem folgte das Anchitherium mit drei Zehen und stark entwickelter Mittelzehe, während die beiden Seitenzehen fast verkümmert sind, welches auch im Körperbau unserem Pferde gleicht, und dies ist noch mehr der Fall bei dem in den obersten Tertiärschichten gefundenen Hipparion, welches als der unmittelbare Vorgänger unseres Pferdes betrachtet werden muß, um so mehr, als auch das Gebiß des ersteren dem des letzteren vollständig gleicht. So liefert der Stammbaum des Pferdes einen trefflichen Beweis für die Abstammung der verschiedenen Thierformen von einander. Das Hipparion war ein zebraartiges Thier von zierlichen, graciösen Formen, so daß man es als das vorweltliche Pony bezeichnen könnte.

Zu den vorweltlichen Thieren, welche mit den jetzt lebenden sehr nahe übereinstimmen oder ihnen ganz gleich sind, gehören auch die Wiederkäuer, allein sie sind nicht in den ältesten Schichten der Säugethier-Formationen zu finden, sondern entwickeln sich erst ziemlich zum Schlusse in der unmittelbaren Nähe der Diluvialzeit.

Die Säugethiere, welche dieser Periode, der quaternären, die man gewöhnlich in die Diluvial- und Alluvial-Epoche eintheilt und in die

Gegenwart hineinreicht, angehören, werden nicht, wie die älteren und ältesten, wie die Eidechsen und Fische, im versteinerten Zustande angetroffen, sondern sind meistentheils im Sumpf, Schlamm oder Lehm versunken, begraben und sind solchergestalt, wie die Gebeine der Leichen eines Kirchhofes, erhalten und noch viel frischer in den Knochenhöhlen und in bituminösen Erdschichten oder gar in gefrorner Erde.

In die Höhlen sind die Knochen durch verschiedene Ursachen hineingerathen; theils rühren sie von Thieren her, welche, wie Hyänen und Bären, die Höhlen bewohnt und ihre Beutethiere hineingeschleppt haben, theils sind sie zusammengeschwemmt und durch Wasserströmungen an ihre gegenwärtige Lagerstätte gekommen, theils endlich mögen Ueberschwemmungen während der Diluvialzeit die Thiere aus ihren Weideplätzen aufgescheucht, zusammengedrängt haben, und darum findet man sie sehr häufig in ungeheuren Massen bei einander ruhend, in Höhlen öfter zu vielen Tausenden.

Den äußeren Hauptcharakter der Wiederkäuer, einmal gespaltenen Huf, kennt ein jeder, der nur einmal ein Schaf oder ein Rind gesehen hat; diese beiden Gestalten aber, die zu einem großen Geschlecht gehören, bezeichnen allein schon die starke Verschiedenheit in der Form, welche noch auffallender wird, wenn man bedenkt, daß Hirsch und Reh, Steinbock und Gemse, Antilope und Gazelle, Elenn- und Rennthier, Giraffe, Kameel und Moschusthier dazu zählen. Es scheint, als sei das schwerste von allen diesen Thieren, als sei das Rind das älteste derselben, wenigstens ruhen seine Gebeine zuerst (d. h. zuunterst) in dem mittleren Tertiärgebirge. Man unterscheidet ein Thier mit 15 bis 16 Zoll langen Dornfortsätzen auf der Rückenwirbelsäule (welche den Widerrist des Pferdes, den Kamm auf dem Rücken der meisten Thiere bilden), wodurch der ungeheuer hohe Buckel auf den Schultern des Bison hervorgebracht wird, von einem breiter gebauten und mehr gedrungenen, welches dem Auerstier der alten deutschen Wälder angehörte, und welches noch jetzt unter dem Namen des Büffels in Nordamerika lebt. Derjenige Stier, welcher jetzt auf die nördlichsten Striche von Nordamerika beschränkt ist, der sogenannte Moschusochse, lebte früher viel weiter nach Süden verbreitet, und wurde z. B. ein vollkommen erhaltener Schädel desselben, der sich jetzt in dem zootomischen Museum in Berlin findet, in dem Lehm des Hügels bei Berlin gefunden, welcher der Kreuzberg heißt. Dieses Geschlecht ist in der alten Welt ausgestorben, hat aber in der neuen Welt die letzte Umgestaltung der Erde überdauert. Ob dieselbe sich nicht über jenen Theil der Erde erstreckt, oder ob die wachsende Cultur von Europa dasselbe früher vertilgt habe, als es sich in die weiter nördlichen, noch immer unbewohnten Regionen zurückgezogen, muß allerdings fraglich bleiben; indessen dürften so viele Beispiele von

Thieren, welche vor der Diluvialzeit schon das Festland bewohnten und gegenwärtig noch leben, allerdings für die erste Ansicht sprechen.

An manchen Orten in Ungarn, in Italien hat man Hörner von einer Länge von 6 bis 10 Fuß gefunden und schreibt dieselben, da die jetzigen Rinder häufig Hörner zwischen 3 bis 4 Fuß Länge und von ganz gleicher Beschaffenheit mit den vorweltlichen haben, den Stammeltern der gegenwärtig in Ungarn und Italien lebenden zu; allein das ist nicht so zu verstehen, daß jene die directen Vorfahren dieser seien, da neben der Größe noch andere bedeutende Verschiedenheiten vorhanden sind, sondern der Uebergang zu diesen wurde durch Zwischenglieder vermittelt, welche uns noch nicht vollständig bekannt sind.

Von Schafen, Ziegen und Antilopen sind wiederholt und an verschiedenen Orten wenigstens Zähne gefunden worden, doch sind die Ueberbleibsel dieser Thiere viel seltener als die der Rinder. Interessant ist dabei, daß von Antilopen mit gedrehten Hörnern, welche jetzt nur Südafrika angehören, bei Marathon (Griechenland) die Stirnzapfen, auf denen diese Hörner aufsitzen, gefunden worden, und daß mehreres Andere darauf schließen läßt, dieselben haben einstmals dort ihre Heimath gehabt (vielleicht zu der Zeit, wo „Hyrkaniens Leuen", von denen Shakespeare spricht, jene Gegenden unsicher machten).

Die Wiederkäuer zerfallen in drei Klassen: nach ihrem Gehörn zuerst in zwei und in eine dritte ungehörnte. Die eine derselben hat hohle Hörner von einer halb durchscheinenden Beschaffenheit in ihrer stark mit Fett getränkten Masse, und diese mehr oder minder gekrümmten Hörner sitzen auf Zapfen von Knochenmasse, welche aus dem Stirnbein über der Augengegend hervorstehen: dazu gehören die Rinder aller Abstufungen, die Schafe und Ziegen (Gemse, Steinbock, Antilope, Gazelle u. s. w.). Die zweite Klasse hat nicht hohle Hörner, welche nicht auf einem spitz aus der Stirn hervorragenden Hornzapfen sitzen, sondern es sind diese Hörner von unten bis oben ausgefüllt, sie haben eine trockene, nicht fette und nicht durchscheinende weiße Hornsubstanz, sie sind außen mit einer rauhen und gewöhnlich braungefärbten Rinde bekleidet und sind entweder baumartig (Hirsch, Reh) oder schaufelförmig ausgebreitet (Rennthier, Elenn). Die dritte Abtheilung: Kameel, Dromedar, Bisamthier (Moschusthier), ist hörnerlos.

Von der zweiten Unterabtheilung der Wiederkäuer finden wir bei weitem die meisten urweltlichen Reste, vielleicht weil die ersteren, die sich zum größten Theile dem Menschen genähert haben, gezähmt worden sind, indeß von den letzteren nur das Rennthier halb und halb ein Hausthier geworden ist. Es setzt dieses allerdings voraus, daß es zur Zeit der Tertiär-

formation bereits Menschen gegeben habe; allein man muß fragen: warum denn nicht? da offenbar alle Bedingungen zur natürlichen Existenz auch des höchst ausgebildeten thierischen Organismus vorhanden waren; auf einem Boden, welcher alle möglichen Fleisch und Gras und Körner fressenden Thiere, mithin auch die entsprechenden Pflanzen trug, konnte der Mensch sehr wohl existiren, hat er möglicher und muthmaßlicher Weise auch existirt, wie die neuesten Funde fossiler Menschenknochen wenigstens in der jüngsten Tertiärformation, dem Pliocen, zu beweisen scheinen.

Die Wiederkäuer, welche massive, nicht hohle Hörner haben, werfen ihr Geweih regelmäßig alle Jahre ab, was ihr häufiges Vorkommen erklärt. Nur das Männchen trägt ein Geweih, jedoch wie bei dem noch lebenden Rennthier, so scheinen auch bei dem ausgestorbenen Riesenhirsch, nach Cuvier's Ansicht, die Weibchen Geweihe gehabt zu haben. Man schließt dieses aus dem Zahnbau: das Männchen nämlich hat im Oberkiefer einen Eckzahn, eine Art Hauer, welcher dem Weibchen fehlt; nun findet man aber Köpfe ohne diesen Eckzahn und doch mit einem Geweih, und hat nach der Analogie mit den Rennthieren Grund zu sagen: auch die Weibchen trugen dergleichen, allein Owen ist der entgegengesetzten Meinung.

Das Rennthier, jetzt nur auf den Norden beschränkt, lebte vormals in viel südlicheren Gegenden. Nicht nur in den tiefen Mooren Schwedens, sondern auch im nördlichen und mittleren Deutschland findet man fossile Geweihe und viele andere Knochen, Beine, Rückenwirbel und Zähne; ja Cuvier hat deren im Thal der Somme und Guettard in der Nähe von Etampes im Diluvialsande gefunden. Hier wäre abermals ein Beweis, daß die klimatischen Verhältnisse in alten Zeiten ganz andere waren als jetzt, oder daß die Natur dieser Thiere eine andere gewesen.

Das Elenn und der Damhirsch liefern gleichfalls fossile Reste, und das erste war ehemals, ebenso wie das Rennthier, viel weiter nach Süden ausgebreitet. Eins der prächtigsten Thiere muß jedoch der Riesenhirsch gewesen sein, dessen fossile Reste in Irland sehr häufig und zwar in sehr verschiedenen Lagen sowohl bei Dublin, mit vielen Meeresmuscheln in dem Gestein eingeschlossen, in einer Höhe von 200 Fuß über dem Meere, als auch in den Kalkniederschlägen und Tuffsteinen vorkommen, welche in ungeheurer Ausdehnung unter den ebenso weit gestreckten Torfmooren ruhen, oder sie befinden sich auch im Torf selbst. Bei Curragh findet man das Riesenelenn (Riesenhirsch ist wohl nicht der rechte Name, da das Geweih dem des Elenn oder Rennthiers sehr gleicht) in großen Haufen auf einen engen Raum zusammengedrängt, als ob die Thiere Heerden gebildet hätten. Bemerkenswerth ist die aufrechte Stellung aller Individuen, und daß das Haupt hoch aufgerichtet, der Hals gestreckt, das Geweih an den Rücken

niedergelegt erscheint, als ob die Thiere in einem Sumpfe versunken wären und die Nase so weit als möglich nach der Luft gestreckt hätten.

Schädel und Geweih wiegen durchschnittlich 75 bis 80 Pfund, sind vortrefflich erhalten, weil das Bitumen des Torfes die Fäulniß hinderte, sind aber eben dadurch stark gebräunt, auch wohl schwarz. Dann und wann, in der Nähe quelligen Bodens, findet man die Knochen mit einer blauen Decke von phosphorsaurem Eisen überzogen, was ihnen ein eigenthümlich schönes Ansehen giebt. Die reichen Gutsbesitzer zieren mit diesen Geweihen ihre Jagdschlösser und wählen natürlich die ausgesuchtesten; die minder großen und erlesenen, wegen der so großen Häufigkeit ihres Vorkommens von geringem Werthe, sieht man zu tausend Malen in allen Dörfern, an allen Pachthöfen über den Thorwegen oder an den Giebeln der Häuser angebracht, daher es nicht zu verwundern ist, wenn die Eingebornen behaupten, diese Thiere hätten noch in historischer Zeit gelebt, und es hätten die Jäger, welche das grüne Erin in Besitz nahmen, erst das schöne Thier ausgerottet. Es wäre dies auch durchaus nichts Unmögliches und nichts gar so Wunderbares, und die Behauptung gewinnt einen gewissen Anhalt dadurch, daß man, wie bereits erzählt, in einem Torfmoor die Haut eines solchen Riesenelenns ohne das dazu gehörige Gerippe gefunden hat, was denn doch sehr deutlich auf die Thätigkeit von Menschen, die etwa ein geschossenes Wild abgestreift und die Haut zurückgelassen haben, hinweist; wie auch die von einer Pfeilspitze durchbohrte Rippe, welche man in Dublin aufbewahrt.

Cervus megaceros. Riesenhirsch.

Nebenstehend ist eine Ansicht dieses prächtigen Thieres gegeben. Die mächtigen Sprunggelenke an der Ferse zeigen sehr deutlich, wie das Thier zu gewaltigen Sprüngen und Sätzen eingerichtet war. Die Geweihe haben nicht selten eine Länge von sechs Fuß und darüber (so klein, daß sie nur vier Fuß messen, findet man sie nicht häufig), dabei waren sie so breit aus einander

gestellt, daß sie von Spitze zu Spitze, quer über das Haupt des Thieres gemessen, zehn bis zwölf Fuß haben, was übrigens möglicherweise einen Achtung gebietenden Anblick gewährte, indessen ohne Zweifel dem Thiere selbst unbequem war und es namentlich aus den Wäldern verbannte und auf das freie Feld anwies. Ein Hirsch mit fünf Ellen breitem Geweih würde wohl selbst in unseren Wäldern nicht weit laufen, wie viel weniger in denen der Vorzeit.

Der Riesenhirsch ist keineswegs allein auf die britischen Inseln beschränkt, er findet sich, wiewohl seltener, in Norddeutschland und selbst einzeln im Süden von Deutschland; so deckte ein Eisenbahndurchstich in der Nähe des Neckar in Würtemberg einen Kopf mit Geweih auf.

Der eigentliche Hirsch war, so wie das Pferd, ein Genosse der übrigen vorsintfluthlichen Säugethiere, und man hat die Gebeine desselben, besonders die Geweihe, sehr häufig mit den fossilen Knochen jener Thiere vereinigt gefunden; es unterscheidet sich von den unseren eine größere Art, welche einen bis anderthalb Fuß höher wird, beide aber sind nach allen Untersuchungen völlig gleich mit den ihnen entsprechenden noch lebenden Thieren, d. h. mit dem europäischen Edelhirsch und mit dem nur in Nordamerika lebenden größeren sogenannten kanadischen Hirsch.

Das Reh kommt in der Diluvial-Formation fast gar nicht vor, häufiger in dem aufgeschwemmten Lande und besonders in den Süßwasser-Ablagerungen. Auch der kleinste aller Wiederkäuer, der Zwerghirsch, ist, wiewohl selten, versteinert gefunden worden.

Wir sehen demnach, daß die Säugethiere, welche jetzt zu den bekanntesten gehören und sich zum Theil dem Menschen so sehr genähert haben, daß sie seine steten Gesellschafter sind, alle schon zur Diluvialzeit gelebt haben; auch von dem Kameel gilt dasselbe. Ob das ausgebildetste unter den Säugethieren und zugleich das dem Menschen ähnlichste, der Affe, vor dem Diluvium schon dagewesen, ist vielfach behauptet und bestritten worden, bis man in ihrem Vaterlande, in Südasien und Südamerika, fossile Knochen derselben in großer Menge gefunden hat, welche den eben daselbst noch jetzt lebenden so nahe stehen, daß fast gar kein Unterscheidungszeichen aufzufinden ist. In Europa hat man einzelne Knochen gefunden, welche mit Sicherheit den Affen zugeschrieben werden müssen; sie lebten in der alten Welt in höheren Breitengraden als gegenwärtig, und die dieser angehörigen unterschieden sich von denen der neuen Welt wie heute insbesondere durch die verschiedene Anzahl der Zähne und die Breite der Nasenscheidewand, indem die ersteren 32 Zähne und schmale Nasenscheidewand, die letzteren 36 Zähne und breite Nasenscheidewand besitzen. Uebrigens ist die Deutung vereinzelter Reste schwierig und dem Irrthum unterworfen. So wurden früher zwei Zähne

aus dem sogenannten Londonthon von Kyson, in der Grafschaft Suffolk, unter 52° nördlicher Breite, einer Affenart zugeschrieben, während man sie nun als einem Dickhäuter angehörig erkannt hat.

Wir kommen schließlich zu einer der bedeutendsten Klassen von Säugethieren, zu derjenigen, welcher von der Natur gleichsam das Grenzwächter-Amt über die anderen anvertraut worden ist, zu den Raubthieren. Ein höchst wichtiges Glied in der Kette der Wesen sind die Löwen und Hyänen, die Wölfe und Füchse, die Katzen und die Wiesel, gleichsam bestimmt, der Vermehrung der Landthiere Grenzen zu setzen. Wenn in einen Fischteich nur Karpfen, nicht auch ein paar Hechte gesetzt sind, so vermehren sich die ersteren so enorm, daß ihnen nicht nur bald die Nahrung, sondern auch der Raum fehlt. Etwas ganz Aehnliches würde, nur in längerer Zeitdauer, auch mit den Landthieren geschehen, wenn die fleischfressenden nicht wären. Die Natur ist zwar grausam, sie lehrt den Löwen nicht nur seine Beute tödten und dann zerfleischen, sie läßt es zu, daß der Falke das Rebhuhn niederwirft und ihm bei lebendigem Leibe die Augen aushackt und die Brustmuskeln wegfrißt und es dann so dem grausamsten Martertode übergiebt, wenn nicht ein mitleidiger Fuchs sich des gelähmten, verblutenden Thieres erbarmt, indem er ihm in seinem Magen eine Begräbnißstätte gewährt, aber grausam oder nicht, sie erreicht ihren Zweck: sie setzt der ungemessenen Vermehrung Schranken.

War nun die Thierwelt in der Vorzeit mächtiger vertreten als jetzt, so läßt sich voraussetzen, daß auch die Fleischfresser stärker gewesen sein werden; an den Sumpf- und Meerbewohnern sehen wir dies auch wirklich: Salamander, Eidechsen, Krokodile, Saurier sind alle von kolossaler Größe, entsprechend der gewaltigen Bevölkerung jener Zeit, und die Reste der reißenden Thiere des Landes bestätigen die Voraussetzung. Vom größten Löwen bis zur kleinsten Hauskatze hinab sind Knochen gefunden worden, unter denen bei uns der Luchs, in Amerika die Unze (Jaguar) noch in jüngster Zeit eine Stelle finden. Andere Raubthiere gehen tiefer hinab und ihre Reste am Rhein und in Frankreich reichen bis zur Tertiärzeit zurück; als ältesten Rest sieht man einen Panther an, welcher im Tertiärgipse des Montmartre bei Paris vorgekommen ist, und den Cuvier wegen seiner Größe höher stellte, bis sich aus zootomischen Gründen ergab, daß es Felis pardoides (pantherähnliche Katze) sei.

Die Raubthiere zeichnen sich durch sehr kleine Schneidezähne und scharf hervortretende, spitze, kegelförmige Eckzähne aus, welche um so stärker wirksam zum Fangen und Zerreißen der Beute sind, als sie frei über den Schneidezähnen hervorstehen und hinter ihnen nicht gleich Backzähne kommen, sondern zunächst eine Zahnlücke an sie grenzt, daher die Reißzähne beim

Zubeißen desto tiefer eindringen können. Da diese Thiere auf Fleischnahrung angewiesen sind, diese aber weich ist, so sind ihre Backzähne auch alle nicht stark entwickelt, im Uebrigen aber doch scharf, nicht sowohl zum Zerreißen der Knochen als zum Benagen derselben.

Alle diese Kennzeichen an den Zähnen haben auch die vorweltlichen Carnivora, unter denen als der bedeutendste hervorragt:

Der Höhlenlöwe, welches gewaltige Thier die jetzigen Löwen und Tiger an Größe bei weitem übertraf. Der Name (Felis spelaea) sagt schon, daß man ihn in den neuesten Formationen, im aufgeschwemmten Lande (wozu der Lehm, welcher sich in den Höhlen niedergelassen, gehörig) findet; hieraus ergiebt sich, daß diese blut- und beutegierigen Creaturen Europa noch zur Zeit der Höhlenbären, mit denen ihre Knochen vermischt gefunden werden, bevölkerten.

Gegenwärtig sind sie aus ganz Europa verschwunden und vermögen sich nur in den heißen Ländern noch zu halten, wo der Königstiger in den Bambus- und Fächerpalm-Dickichten des Ganges und Indus, der Löwe in den höher gelegenen Gegenden und in den Felsengründen von Afrika Zuflucht sucht — nicht, wie man sonderbarerweise annimmt, in der Wüste; diese nährt kein Thier, folglich auch nicht den Beute suchenden Löwen, und der die Wüste durchziehende Reiter oder gar die Karavane hat den menschenscheuen Löwen nicht zu fürchten, auch wenn er sich gegen seine Gewohnheit aus dem Atlas oder den südlichen Gebirgen in die ersten Stadien der Wüste verirrt haben sollte. Menschenscheu! So darf man ihn doch wohl nennen, da er sich aus dem nördlichen Abhange des Atlas verloren, zurückgezogen hat nach der Südseite, seit der Zeit, wo die Franzosen Algerien besetzt haben.

Wenn schon öfter aus dem Auftreten von Resten solcher Thiere, die anderen Klimaten angehörig sind, darauf geschlossen wurde, daß Europa früher ein von dem jetzigen sehr verschiedenes Klima gehabt haben müsse, so sind doch gerade die Schlüsse auf die Raubthiere am wenigsten anwendbar, indem neuere Beobachtungen gezeigt haben, daß der indische Königstiger, dessen Heimath das Flachland von Indien, südlich vom Himalayagebirge ist, dieses Gebirge vielfältig überschreitet, nicht nur nordwärts davon auf den Hochebenen, sondern sogar in den Wäldern von Sibirien bis zum 52. Grad der Breite vorkommt, sich aufhält und Junge wirft, in einer Gegend, in welcher es bei weitem kälter ist als unter gleicher Breite in Deutschland.

Die biegsame Natur einer Katze gewöhnt sich an jedes Klima, wenn sie nur warmblütige Thiere zur Nahrung findet. So hat es gewiß, auch ohne daß ein wärmeres Klima daselbst gewesen wäre (was übrigens doch

sehr möglich), in Deutschland Löwen vielleicht noch in historischer Zeit gegeben, und Quenstedt führt mit Recht einige historische Ueberlieferungen als Beweis dafür an; er sagt: „Ich will zwar kein Gewicht auf den Vers im Nibelungenliede legen, wonach es vom Siegfried auf einer Jagd in den Vogesen heißt:

„Darnach er viel schiere einen ungefugen Leuen fand,
Der Leu lief nach dem Schusse nur dreier Sprünge lang;"

denn man kann dies für eine poetische Freiheit halten, wie es denn auch eine Hauptthat mythischer Helden Griechenlands war, das Land von Löwen zu reinigen: Herkules erlegte sie im Peloponnes und auf dem Parnassus. Allein Herodot sagt sehr bestimmt: daß die Proviant tragenden Kameele der Perser in Macedonien am Nestus (dem heutigen Karasu) von Löwen angefallen wurden; auch redet Aristoteles von zwei Löwenspecies, wovon die eine mit krausem Haar und feigerem Charakter und die andere mit längerem Haar, starker Mähne und muthigerem, auch zugleich edlerem Benehmen.

„Die erstere Gattung ist jetzt ausgestorben, man kennt nur einen Löwen; wenn es aber in historischer Zeit noch in Griechenland Löwen gab, so schweiften dieselben gewiß nach Deutschland hinein, wo sie ungestörter auf Beute lauern konnten; es scheint demnach der Faden zwischen den jetzt lebenden großen Katzen und den vorweltlichen Höhlenlöwen zu keiner Zeit zerrissen gewesen zu sein." Ob der letztere übrigens Löwe oder Tiger gewesen, läßt sich wegen der außerordentlichen Aehnlichkeit des Knochengerüstes beider nicht entscheiden; ein furchtbares Unthier muß es aber gewesen sein, denn seine Reste deuten auf vierzehn Fuß Länge, was den längstgestreckten Zuchtstier der prächtigen Cheviotrace in England bedeutend übertrifft. Wer nun solch ein grasfressendes Ungeheuer in seiner ganzen Schönheit und Stärke gesehen hat, der wird zugestehen, daß ein fleischfressendes Thier von gleicher Größe ein furchtbarer Feind selbst für einen urweltlichen Elephanten gewesen sein müsse, und zahlreich waren dieselben so sehr, daß vollständige Gerippe in allen Cabinetten zu finden sind und keineswegs zu den Seltenheiten gehören. Namentlich im Diluvium sind ihre Reste außerordentlich verbreitet.

Ein Ungeheuer, Felis Smilodon (Machairodus), wurde in Brasilien gefunden, welches sich vor allen Katzen und Hunden durch seine ungewöhnlich langen Fangzähne auszeichnet; es sind deren an den Ecken des Oberkiefers zwei schneidende, dolchartig geschärfte, mit einer geringen Biegung versehene Zähne von solcher Länge, daß man kaum begreift, wie die Kinnlade hat weit genug geöffnet werden können, um die Beute zu fassen. Bei einer Sperrung des Rachens, welche nur gerade genügt, die unteren

und die oberen Zähne mit den Spitzen zusammen zu bringen, mußten die Kauflächen der Backzähne weit auseinander stehen. Es sollen diese Zähne sieben bis zehn Zoll Länge erreicht haben, was, wenn man die Kopfknochen mit in Betracht zieht, ein Raubthier von den allergrößten Dimensionen verräth, und zwar ein solches, wie es, so viel bekannt, gegenwärtig auf der Erde keins mehr giebt.

Kopf der Smilodon-Katze.

Zwischen Hund und Katze, welche sich durch das Gebiß und die Klauen deutlich von einander unterscheiden (indem die Kauzähne bei dem Hunde viel stärker ausgebildet und die Klauen nicht einzuziehen sind), findet man einen Uebergang in der Hyäne, welche die Charaktere beider einigermaßen in sich vereinigt, indem ihr Gebiß so sehr katzenartig ist, daß Cuvier sie unbedenklich zu den Katzen gesellte, indessen der Bau des Skeletts sich bei weitem mehr dem der Hunde als dem der Katzen nähert. Diese letztere zermalmt z. B. nicht die Knochen ihrer Beute, bei der Hyäne sind aber die Kaumuskeln dergestalt ausgebildet, daß man sieht (wie bei dem Bulldogg), sie sei *vorzugsweise darauf* angewiesen; die Mitte des Kopfes von der Stirn aufwärts ist daher auch so hoch aufgetrieben, daß sie eine Art Hahnenkamm bildet. Dieses Ungeheuer, welches jetzt in zwei verschiedenen Species nur über Afrika verbreitet ist, bevölkerte sonst den größten Theil der bekannten Welt und scheint in sehr großer Menge vorhanden gewesen zu sein, vielleicht ein so wichtiges Glied in der großen Kette der Wesen, wie die wirklichen Raubthiere, zu denen die Hyänen nur uneigentlich gezählt werden können, weil sie viel weniger angewiesen sind auf das Fleisch lebender, als vielmehr auf die *Reste solcher Thiere*, welche der Natur bereits ihren Tribut gezahlt haben. Die Hyäne geht den Leichen nach, sie fällt lebende Geschöpfe nur an, wenn es ihr an gefallenen Thieren fehlt, sie gräbt jedoch in die Erde versenkte Leichen aus und würde, gleich den Aasvögeln in Indien, vielmehr geschont als verfolgt werden, — denn sie sorgt für das Fortschaffen der verwesenden Stoffe, was in den heißen Gegenden der träge Mensch zu thun verschmäht — wenn sie nicht auch raubte und mordete, sobald sie die Noth dazu treibt.

Die lebenden Species sind die *gestreifte* und die *gefleckte*; an diese letztere schließt sich die Höhlenhyäne so vollständig an, daß Cuvier keinen Unterschied entdecken konnte und die Reste der antediluvianischen Species unbedenklich „fossile gefleckte Hyäne“ nannte. *Ein* Unterschied zwischen dieser und der noch lebenden findet sicher statt, das ist die be-

deutende Größe; die fossile Hyäne überragt die lebende bei weitem, und man kann darüber nicht zweifelhaft sein, indem diese Thiere in so großer Menge gefunden worden sind, daß man die Höhlen nach ihnen benannt hat: Hyänenhöhlen, wie man Bärenhöhlen aus der vorweltlichen Zeit hat.

In Nord- und Süddeutschland, in England und in Frankreich hat man deren so viel gefunden, daß sie ihre Fundorte ganz ausfüllen; einige der berühmtesten Höhlen sind die von Quedlinburg in dem Vorgebirge des Harzes, von Gailenreuth im Ober-Mainkreise des Königreichs Baiern, von Muggendorf ebendaselbst (überhaupt finden sich hier, auf einen kleinen Raum dieses Kreises zusammengedrängt, vierundzwanzig Höhlen, unter denen die beiden letztgenannten, ferner die Ludwigswunder-, die Wunder-, die Oswalds-, die Gaisloch- und die Rosenmüller-Höhle die berühmtesten sind, indessen übrigens alle eine Menge verschiedener fossiler Gebeine und anderer Versteinerungen führen); ferner die von Sundwig im preußischen Regierungsbezirk Arnsberg, die von Kirkdale in Yorkshire (England) und andere.

Die letztere wurde durch einen Steinbruch im weißen Jurakalk aufgedeckt und von einem der berühmtesten englischen Geologen und Versteinerungskundigen, Buckland, untersucht, welcher sie 250 Fuß lang, aber so geräumig sie auch war, doch sehr niedrig fand, so daß nur an wenig Stellen ein Mensch aufrecht stehen konnte. Die Höhle war an manchen Stellen 80 bis 140 Fuß tief, mit festem, dichtem Lehm gefüllt, in welchem sich Hyänenknochen in solcher Menge fanden, daß man sie geradezu eine Hyänenhöhle nannte. Buckland glaubt, daß die Hyänen in dieser Höhle gelebt, und daß die übrigen Gebeine von Pferden, Rindern, Hirschen, ja von Elephanten und Nashörnern nur dadurch hierher gekommen seien, daß die Raubthiere ihre Beute in die Höhle geschleppt und dann in Ruhe verzehrt hätten.

Obschon allerdings die Knochen, so weit sie nicht den Hyänen selbst angehören, deutliche Spuren des Benagens zeigen, so ist doch Buckland's Annahme wahrscheinlich eine falsche. Viele Hyänen können unmöglich gleichzeitig in einer Höhle gewohnt haben, denn wenn sie sich auch, wie die Wölfe, zu einem Raubzuge schaaren und ihn gemeinschaftlich vollführen, so wohnen sie doch niemals schaarenweise bei einander, was Raubthiere überhaupt nicht thun, und wollte man sagen, es hätte eine ganze Reihe von Generationen nach und nach dort gelebt, so müßten die Knochenreste desto deutlichere Spuren eines höheren Alterthums, einer Veränderung zeigen, je tiefer sie in dem Lehm des Diluviums eingebettet liegen; aber das ist keineswegs der Fall, im Gegentheil findet man sie alle gleich wohl erhalten. Es dürfte hier nur zum Theil die angeführte Ursache eine Erklärung dieses Vor-

kommens bilden, im Uebrigen aber ein anderer früher bereits angegebener Vorgang die Höhlen mit Knochen gefüllt haben: es sind wahrscheinlich die Thiere, durch die Fluth gedrängt, in die Höhle geflüchtet, in die Abgründe derselben gestürzt und durch die nachdringenden Wasser ersäuft, dann aber zugleich durch den mitgeführten Schlamm begraben worden.

Da nämlich diese Knochen auch in den hintersten Tiefen solcher Höhlen gefunden werden, welche nur auf sehr langen Leitern besucht werden können, da die Hyänen- und Bärenknochen in diesen tiefsten Abtheilungen am zahlreichsten sind, aus denen sie nicht beliebig entkommen konnten, so ist es unmöglich, daß dieselben ihr Wohnsitz waren, und sind sie vielmehr mit den anderen Thieren hierher getrieben worden; dafür spricht auch, daß meistens die größeren Röhrenknochen der Pferde und Rinder zerbrochen sind; ein Elephant läßt sich auch von Hyänen nicht fortschleppen.

Daß übrigens der vorderste Raum vieler solcher Höhlen doch wirklich zum Wohnsitz dieser Raubthiere gedient hat, ist unbezweifelt richtig; man findet den Eingang oft durch das häufige Daranstreifen wie abgeschliffen und zugleich schmutzig, und man findet die sogenannten Koprolithen, die Kothsteine, in großer Menge, oft in ganzen Lagen, sie gehören deutlich Fleischfressern an, denn man findet darin noch die Reste der unverdaulich abgegangenen Knochen und Haare. Nicht die Möglichkeit also, daß dort Hyänen gewohnt, wohl aber die Möglichkeit, daß durch Hereinschleppen alle die Knochen zusammengehäuft worden, soll bestritten werden, und dies um so mehr, als es eben vorzugsweise Gebeine von Raubthieren sind. Aus der Gailenreuther Höhle allein sind viel über tausend vollständige Gerippe gezogen; 800 derselben gehören dem großen, 80 dem kleinen Höhlenbären, die übrigen 120 bis 150 der Hyäne, dem Wolf, dem Löwen und dem Gulo oder Vielfraß; da muß denn doch die Vermuthung, daß die Hyäne den Wolf oder ein Bär den andern als Beute hineingeschleppt habe, aufhören.

Vom Hunde glaubt Cuvier den Stammvater in den Gipsbrüchen von Paris gefunden zu haben, dem er die Benennung Canis parisiensis giebt. Derselbe hat, bis auf die Größe, die meiste Aehnlichkeit mit dem Polarfuchs; da er in den tertiären Lagern vorkommt, gehört er zu den wenigen Säugethieren, welche erweislich lange vor der sintfluthlichen Zeit gelebt haben. Der eigentliche Fuchs, so wie der Wolf, kommen sehr häufig fossil vor, ja es wird von Blainville, einem sehr bekannten Naturforscher, sogar behauptet, daß der ganz eigentliche Haushund ebenso versteinert wie Wolf und Fuchs gefunden wird. Blainville meint, der Hund habe die Katastrophe überlebt, und es habe der Mensch sich seiner angenommen und ihn vom Untergange

gerettet, indeß die anderen nicht geselligen Thiere ihn geflohen und so den neuen Verhältnissen erlegen seien.

Cuvier hat Reste eines kolossalen Hundes gefunden, welcher acht Fuß lang und fünf Fuß hoch gewesen sein muß; er nennt denselben Canis giganteus.

Eins der mächtigsten vorweltlichen Raubthiere war der Höhlenbär (Ursus spelaeus). Man hat vollständige Gerippe von demselben, welche neun Fuß lang und beinahe sechs Fuß hoch sind, eine Größe, die in der Jetztzeit nur der Eisbär und der große Bär der Rocky mountains (Felsengebirge) in Nordamerika erreicht. Das Vorkommen dieses Zeugen der Vorwelt ist so häufig, daß seine Knochen nicht, wie die anderer antediluvianischer Thiere, als Seltenheit gesammelt (dieses geschah wohl allenfalls, bis jedes Cabinet ein solches Exemplar aufweisen konnte), sondern in Wagenladungen unbeachtet fortgefahren werden; von den achthundert bis jetzt gefundenen Bären der Gailenreuther Höhle haben wir bereits gesprochen; in der Erpfinger Höhle sammelten unter Quenstedt's Leitung einige Arbeiter in zwei Tagen eine solche Last, daß sie auf einem Wagen gar nicht fortgeschafft werden konnte, indeß sie doch nur die besterhaltenen Reste von mindestens hundert Thieren enthielt.

Es ist wunderbar, daß gerade von dem Bären so ganz ungewöhnlich viel Gebeine vorkommen, und zwar vorzugsweise in Deutschland. Ein Theil derselben liegt in einem fetten, mitunter schwarzen, bituminösen Lehm, an dessen Farbe, wie an dessen Kohlenstoff- und Stickstoff-Inhalt wahrscheinlich Fleisch und Fett der verwesten Thiere einen bedeutenden Antheil haben. Hier ist das Nachgraben sehr leicht, denn der Lehm läßt sich mit benetztem Grabscheit ohne Mühe durchstechen; gewöhnlich aber sind diese Bären- oder besser Knochenhöhlen Tropfsteinhöhlen, und die oberste Decke des Erdbodens, auf welchem man geht, ist nicht Lehm, sondern eine mehr oder minder harte Stalaktitenmasse; diese zu durchdringen ist nicht nur schwer, sondern auch darum zugleich schwierig, weil gerade darin die Gebeine der jüngst vergrabenen Thiere eingebettet liegen, weil diese Masse sie sehr fest umschließt und nur mit großer Mühe und Behutsamkeit sich ohne Schaden für die Knochen von denselben lösen läßt. Hat man die Rinde durchbrochen, so liegt unter derselben der Lehm mit den Gebeinen eng durchwebt, so daß nunmehr jeder Spatenstich einen Knochen trifft.

In diesen Höhlen nun findet man Jung und Alt von beiden Geschlechtern, mitunter sind die Knochen zwar zerstreut, gewöhnlich aber liegen sie so, daß man in einem Umkreise von ein paar Fuß fast sämmtliche zu einem Individuum gehörige beisammen findet.

Man will hieraus schließen, daß die Thiere hier selbst gelebt und in

vielen Generationen hinter einander gewohnt hätten, und die Gebeine keineswegs hierher geschwemmt seien, weil sie auch noch überdies so wenig abgenutzt sind, daß man ihnen keine weite Reise, von den Wellen zwischen Gesteinschutt gerollt, zumuthen kann.

Hiergegen ist nichts einzuwenden, die Gebeine sind gewiß nicht von den Fluthen dahingetrieben; warum denn aber nicht die Thiere, wie wir bereits oben auseinandergesetzt haben?

Wer einmal einen Prairiebrand in Nordamerika und dabei die geängsteten Thiere gesehen hat, wie sie zu Tausenden dicht gedrängt, Wölfe, Füchse, Bären mitten unter Rehen, Hirschen, Kaninchen und Büffeln friedlich bei einander, ohne feindselige Absichten, ohne, wie es scheint, irgend eine Besorgniß vor gegenseitigen Angriffen, nur die allen gemeinschaftlich drohende Gefahr des Feuers fliehend, sich in Flußthälern oder Schluchten oder kleinen Wäldchen, und wo es die Gelegenheit gestattet, auch in Grotten, Felsenspalten und dergleichen zu bergen suchen, der wird gern glauben, daß eine große Fluth einmal ein paar tausend Thiere in diese oder jene Höhle gedrängt habe, die darin erstickt und schließlich mit Schlamm und Lehm bedeckt worden sind, bis denn lange nachher das von oben herabsinternde Tagewasser, durch die Felsen dringend, diese Höhlen in Tropfsteinhöhlen verwandelte und den Schlamm mit dem Sinterkalke bedeckte. Daß nicht viele derselben sich gerettet und ihr Geschlecht weiter fortgepflanzt haben sollten, ist nicht denkbar, im Gegentheil wird ein solches Fortbestehen dieser Species, der Höhlenbären, vielleicht noch bis in die historische Zeit hinein, beinahe zur Gewißheit, wenn man bedenkt, daß in jener Sinterkalkmasse so viel Gebeine begraben sind, die noch lange nachher, nachdem die im Lehm verborgnen schon bedeckt waren, erst hineingelangt sein können, ja noch obenauf, wenn auch nicht gerade Knochen von Höhlenbären, so doch wenigstens von Wölfen und Füchsen vorkommen, welche keineswegs fossil sind. Es ist wohl möglich, daß der Höhlenbär noch zur Zeit der alten Römer in Germanien das ritterliche Jagdthier war, an welchem die bärtigen Deutschen ihren Muth und ihre Kraft bewährten.

Was schließlich den Menschen betrifft, so haben wir bereits erwähnt, daß seine Spuren sich keineswegs weiter als bis zu der jüngsten Tertiärformation, dem Pliocen, zurückverfolgen lassen, wenngleich auch darüber noch Zweifel obwalten, während seine Existenz zur Diluvialzeit unzweifelhaft erscheint. Indessen soll auch ein neuerdings in Californien gefundener Menschenschädel einer tertiären Schicht angehören.

Was man von Menschengebeinen sowohl in den Spalten des Zechsteingipses zwischen Köstritz und Kaschwitz an der Elster gefunden hat und von Schlotheim in seiner Petrefactenkunde als solches bezeichnet

worden, kann nicht fossil genannt werden; es sind Gebeine wie die vieler anderer Geschöpfe aus jüngster Zeit, noch mit dem darin enthaltenen Leim, also fern davon, versteinert zu sein. Dagegen hat man neuerdings in einer Kalksteinhöhle in Brasilien Menschenknochen mit urweltlichen Thierknochen vereinigt gefunden, und diese sind durch Lund als fossile Knochen erkannt worden.

In dem mittleren Frankreich, in der Gegend von Le Puy und Velay, befindet sich eine vulkanische Breccie, und in dieser hat Aymard Menschenknochen gefunden, welche der engländische Geolog Lyell der britischen Gesellschaft zu Aberdeen im Jahre 1859 als fossile Menschenknochen vorgelegt hat.

In einer Felsengrotte des Neander-Thales zwischen Düsseldorf und Elberfeld entdeckte Dr. Fuhlrot das Gerippe eines Menschen, welcher seiner Körperbildung nach auf der niedrigsten Stufe der Entwicklung stand. Dies Gerippe ist im Jahre 1860 für fossil erklärt worden. Zu den bereits früher bekannten Auffindungen, wenn nicht menschlicher Gebeine, so doch menschlicher Thätigkeit (ein Hirschgerippe durch einen Pfeil verletzt, eine Hirschhaut abgezogen und zusammengewickelt, Beides wohlerhalten durch die Humussäure eines gewaltigen irländischen Torfmoores), gesellte sich alsbald ein ähnlicher Fund, indem Larette in den Compt. rendus für das Jahr 1860 über einen Fund von Gebeinen ausgestorbener Thiere berichtet, welche, mit menschlichen Instrumenten zusammen gelagert, entdeckt wurden, und welche überdies unzweifelhafte Spuren von Verwundung durch scharfe Instrumente zeigen. Seitdem mehrten sich solche Funde in großer Anzahl.

Unser berühmter Landsmann Bronn giebt nicht nur zu, daß in jüngster Zeit wirklich fossile Ueberreste von Menschen mit fossilen Knochen vorweltlicher Thiere unter solchen Umständen gefunden worden sind, daß beinahe nicht mehr daran gezweifelt werden kann, der Mensch sei ein Zeitgenosse dieser Thiere gewesen, sondern berechnet auch das Alter, welches die sogenannte Alluvialzeit oder die letzte auf das Diluvium folgende Periode haben soll; er schätzt es nach fossilen Baumstämmen, welche man in der Louisianna gefunden hat, auf 158000 Jahre.

Wir mögen diese Berechnung glauben oder nicht, so viel muß jedenfalls zugestanden werden, daß der Mensch ganz unverhältnißmäßig viel älter sei als seine Geschichte, Etwas, das unter Anderen auch Nöggerath in einer Rede in der Naturforscher-Versammlung im Jahre 1861 ausgesprochen hat, und auch die oben angeführten merkwürdigen Funde bestätigen dieses und machen es zur unbestreitbaren Thatsache, daß der Mensch ein Zeitgenosse des Mammuth war. Schon im Jahre 1700 fand man im Kalktuff von Cannstadt unter zahlreichen Mammuthresten eine menschliche Schädeldecke,

welche, im Stuttgarter Museum befindlich, erst in neuerer Zeit ihrer Bedeutung nach gewürdigt wurde. Aehnliche Funde sind im Löß von Baden, in der Schieferkohle von Dürnten und bei Olmo in Toscana gemacht worden.

Andere Anzeichen menschlicher Existenz zur Zeit des Mammuth sind rohe Kunstproducte aus Stein, welche nur von Menschenhänden gefertigt sein können. Man findet dieselben in zahlreichen Höhlen Englands, Deutschlands, Frankreichs, Belgiens u. s. w. und in darüber liegenden Schichten Knochenreste von Mammuth, vollhaarigem Rhinoceros, Riesenhirsch und andern vorweltlichen Thieren, und es unterliegt keinem Zweifel, daß manche dieser Höhlen den Menschen theils als Wohnstätten, theils als Grabstätten gedient haben, wie ja noch in geschichtlicher Zeit nachweislich Höhlen von Menschen bewohnt waren, wie z. B. die 1838 entdeckte Victoriahöhle in Yorkshire in England.

Nach jenen rohen Steinwerkzeugen nennt man das Zeitalter das paläolithische, ihm folgte das neolithische, in welchem der Mensch gelernt hatte, seinen Werkzeugen eine gefälligere Form zu geben und besonders sie zu poliren. Erst später lernte er den Gebrauch der Bronze zu Waffen, Werkzeugen und Schmucksachen und zuletzt den Culturbeherrscher der Gegenwart, das Eisen, kennen. So spricht man denn von einem Stein-, Bronze- und Eisenzeitalter.

Die Formationen.

er am schwierigsten zu durchforschende Theil der Erde ist das Land, der *feste* Theil derselben; die beiden anderen Elemente, welche sie zu einem Ganzen bilden, die Luft und das Wasser, bieten nicht so unüberwindliche Hindernisse dar; wenn es dennoch schon schwer ist, Luft oder Wasser bis zu der Tiefe von einer Meile zu durchdringen, so ist es doch möglich; bei dem festen Theile der Erde aber ist es *unmöglich*, und unsere Forschungen über das *Innere* der Erde haben etwas beinahe Komisches. Wir schweben völlig im Blauen, ja selbst in Tiefen, welche man durchaus nicht für unerreichbar halten sollte, in Tiefen von nur einigen Tausend Fuß können wir nicht gelangen des Wassers wegen, welches den nur mühsam erbohrten Gegenden voraneilt und schon bei Bergwerken von viel geringerer Tiefe unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg stellt.

Nichtsdestoweniger hat ein unverwüstlicher Wissensdrang den Menschen von jeher getrieben, seine Speculationen auch über das Innere auszudehnen, allein bei den geringen Erfahrungen, welche ihm in frühen Zeiten zu Gebote standen, konnte nicht viel mehr als ein Phantasiegebilde zu Tage gefördert werden. Um Erfahrungen zu sammeln, auf deren Grunde allein eine wissenschaftliche Theorie aufgebaut werden kann, fehlten nicht nur die Mittel, welche der Mensch erst mit dem Fortschritte der Cultur erringt, sondern auch der Sinn. Wie der kindliche Verstand, dem bloßen Augenscheine trauend, das ihm Bekannte auf die heterogensten Dinge überträgt, so gab es auch im Leben der Menschheit ein Kindesalter, in welchem die alleroberflächlichsten Beobachtungen den Grund zu phantastischer Speculation legten, ohne daß der naive Mensch sich angetrieben fühlte, sich

die Frage nach der Uebereinstimmung seiner Ansicht mit anderen Thatsachen vorzulegen. Er sah, daß das Lebende sich bewegt, und betrachtete daher auch die Gestirne als belebt, weil sie Bewegung haben. Selbst die Griechen hatten noch keine Naturwissenschaft in unserem Sinne, vor Allem deshalb nicht, weil sie die Bedeutung des Experiments nicht kannten. Durch dieses aber stellen wir gleichsam Fragen an die Natur und vermögen tiefer in die Erscheinungen einzudringen.

Nichts hat den Menschengeist seit den ältesten Zeiten so sehr beschäftigt als das Räthsel, welches uns der gestirnte Himmel, die Erde und Alles, was darauf lebt, darbietet. Und wenn wir auch finden, daß die Lehren, welche man aufstellte, um das mangelnde Wissen zu ersetzen, den Thatsachen keineswegs entsprechen, so werden wir ihnen doch als altehrwürdigen Versuchen, das Räthsel zu lösen, eine gewisse Pietät entgegenbringen dürfen.

Wir müssen für die Entwickelung der Erde aus dem Urnebel zu einer flüssigen Kugel, bis zur Erstarrung der Rinde, der Scheidung von Wasser und Land, der Entstehung und Entwickelung des Lebens unfaßbar große Zeiträume annehmen; allein fast alle alten Kosmogonien, alle jene frühen Lehren vom Entstehen der Welt, sind, was die Zeit, die Dauer der Umwandlungsperioden betrifft, sehr nach dem Zuschnitt des Menschenlebens berechnet, dem allerdings ein paar Tausend Jahre viel erscheinen müssen, indeß sie im Vergleich zu den *Weltaltern* etwas sehr Geringfügiges sind.

Die mosaische Urkunde, die berühmteste Schöpfungsgeschichte, welche aus der jüdischen Tradition in die Anschauungen aller christlichen Völker übergegangen ist und sich noch jetzt eines hohen Ansehens erfreut, giebt für die Erschaffung der Welt drei Tage und ebenso viel für die Bevölkerung derselben, wobei die *Erde* und die Welt immer identisch sind und nicht die erstere als ein Theil der Welt erscheint, denn der *Erde dienstbar* sind Himmel, Gestirne, Sonne und Mond.

Nach der mosaischen Erzählung (*Vogt* nennt dieselbe geradezu die mosaische Mythe) muß die Erde vorhanden gewesen, und die Bildung der Erde mußte schon so weit vorgeschritten sein, daß nicht nur flüssiges Wasser, sondern auch Festland und auf diesem reichliche Vegetation gewesen, *bevor die Sonne geschaffen worden*. Dies aber steht in absolutem Widerspruch mit unserer freilich hypothetischen, aber aus vielen Gründen im höchsten Maße wahrscheinlichen Vorstellung über die planetarische Entstehung der Erde. Ein Centralpunkt, eine Sonne, *mußte gegeben* sein mit der *ersten Concentration* des Urnebels, aus welchem sich unser Sonnensystem entwickelt hat. Es giebt keine Thatsache, welche nicht in sehr guter Uebereinstimmung wäre mit der Annahme, daß

die Erde einst nur eine verdichtete Nebelmasse war, auf welcher sicherlich weder Festland, noch Wasser im flüssigen Zustande, noch Pflanzen existiren konnten. Allein auch zu dieser Zeit schon mußte die Erde sich um die Sonne drehen. Die Existenz der Erde ist überhaupt undenkbar von dem ersten Anbeginn ohne die Attractionskraft des Mittelpunktes, der Sonne, um welche sie sich drehen muß. Man hat dies Erscheinen der Sonne an einem späteren Schöpfungstage daraus erklären wollen, daß man behauptete, erst in dieser mosaischen Schöpfungsperiode seien die Sonnenstrahlen durch den dichten Nebel der Atmosphäre gedrungen, während sie früher so mit Wasserdämpfen beladen gewesen, daß die Sonne nicht habe wahrnehmbar werden können.

Diese Erklärungsart entspricht freilich nicht dem Wortlaute, aber andererseits scheint doch die mosaische Urkunde ein Verständniß dafür an den Tag zu legen, daß eine Vegetation nicht ohne Licht und Wärme existiren könne, da sie das Licht als solches bereits am ersten Schöpfungstage geschaffen werden läßt.

Auch die Reihenfolge des Auftretens der organischen Wesen, wie sie von Moses geschildert wird, findet keine Stütze in der Erfahrung. Nach dem Verfasser der biblischen Schöpfungsurkunde entstehen zuerst die Vegetabilien, welche während einer ganzen Schöpfungsperiode allein ausdauern, und zu welchen sich erst später Wasserthiere und Vögel, ganz zuletzt aber erst Landthiere gesellen. Allein soweit unsere Erfahrung reicht, treten die Pflanzen mit den Thieren gleichzeitig auf, da wir aber keine Thiere kennen, welche sich von unorganischer Materie nähren, da ihnen die Nährstoffe von den Pflanzen vorbereitet werden müssen, um sie ihrem Organismus zu assimiliren, so können wir in diesem Punkte der mosaischen Urkunde nicht Unrecht geben. In den höheren Formen bedingen sich freilich beide Reiche wechselseitig, wie z. B. die Existenz vieler Pflanzen an die von Insecten gebunden ist, welche die Befruchtung vermitteln. Daß aber Vögel und Wasserthiere mit einander auftreten, wie die Urkunde berichtet, widerspricht völlig den Ergebnissen der Paläontologie, da die ersteren viel später erscheinen; die früheften und noch dazu problematischen Spuren von Vögeln finden sich erst im bunten Sandstein, während Wasserthiere mit Sicherheit bereits in einer vielleicht um Millionen von Jahren hinter jenem zurückliegenden Formation, der silurischen, auftreten. An jener Darstellung können wir nur dies als richtig anerkennen, daß die Meeresthiere den Landthieren vorangingen. Auch daß nach der mosaischen Urkunde die Amphibien, Reptilien und Säugethiere gleichzeitig geschaffen sein sollen, stimmt nicht mit den Forschungsergebnissen überein, und daß sie den Menschen in derselben Schöpfungsperiode wie letztere auftreten

läßt, steht wiederum im Gegensatz zu den Resultaten der paläontologischen Forschung, wonach der Mensch viel später erschienen ist. Im Ganzen erblicken wir freilich in der mosaischen Schöpfungsgeschichte die Idee eines Fortschritts, einer Vervollkommnung vom Niederen zum Höheren, allein wenn schon bei der Schöpfung im Einzelnen gar Vieles den Forschungsresultaten widerspricht, so ist noch weniger die Erzählung von der Sintfluth mit ihnen vereinbar. Durch dieselbe sollen bekanntlich alle Thiere bis auf sieben Paar von jedem und alle Menschen bis auf die Familie des Noah untergegangen sein. Ist das Ereigniß vorgefallen, wie es Moses erzählt, so muß es auch in der Zeit geschehen sein, die er angiebt, d. h. vor etwa 4000 Jahren; seit dieser Zeit sollen sich die Menschen von einem Punkte und von drei Paaren aus verbreitet haben über die ganze Erde.

Wir besitzen aber eine Menge von Mumien und Hieroglyphen, welche uns die Menschen verschiedener Racen vollkommen wohl erhalten in ihren wirklichen einbalsamirten Körpern oder in getreuen Nachbildern zeigen; diese Mumien sind 4000 bis 5000 Jahre alt, d. h. über 1000 Jahre älter als die Sintfluth, und sie stimmen auf das Vollkommenste mit den noch jetzt auf der Erde lebenden Negern oder Kaukasiern überein — in 5000 Jahren wäre also nicht eine Spur einer Veränderung in ihrem Körperbau eingetreten und in dem unmittelbar vorhergehenden Zeitraum sollten sich aus dem Schooße eines Menschenpaares hervorgegangene Kinder zu solcher Verschiedenheit umgewandelt haben, wie wir sie jetzt an den Racen wahrnehmen!

Wie es ferner möglich sein sollte, daß diejenigen obersten Erd-, Lehm-, Thon- und sonstigen Gesteinschichten, welche man mit dem Namen der Diluvialgebilde bezeichnet, ein Ergebniß der mosaischen Sintfluth seien, was manche Anhänger der gedachten Lehren behaupten, ist deshalb nicht einzusehen, weil in den Diluvialgebilden sich eine Menge von thierischen Resten finden, welche ganz anderen, von den jetzigen höchst verschiedenen Geschöpfen angehören; nach der mosaischen Urkunde müßten es aber dieselben sein, denn die Arten, welche vor der Sintfluth gelebt, sind nach der Sintfluth durch die in die Arche aufgenommenen Thiere fortgepflanzt worden. Die Diluvialgebilde können überhaupt nicht einer nur vierzig Tage dauernden Sintfluth zugeschrieben werden, und wenn eine solche existirt hätte, so sprächen alle geologischen Thatsachen dagegen, daß sie bis an die höchsten Berge gereicht. Die einzig richtige Vorstellung, welche man sich von der Sintfluth machen kann, ist die, daß in historischen Zeiten an verschiedenen Orten, welche den Hebräern bekannt waren, gewaltige vulkanische Bewegungen, Erdbeben stattfanden,

welche, von furchtbarer Wirkung und weitgreifend, große Ueberschwemmungen herbeiführten und sich im Laufe der Zeiten, und als man noch keine Geschichte schrieb, sondern die Tradition deren Stelle vertrat, in das Gewand der Mythe kleideten. Solche Ereignisse sind die Entleerung des schwarzen und die Ausfüllung des Mittelmeeres. (Vergl. Zimmermann's Erdball, Theil II, das schwarze Meer und das Mittelmeer). Daß die Sagen von einer Sintfluth sich bei allen Völkern wiederfinden, rührt nur daher, daß dergleichen Ereignisse sich an sehr verschiedenen Punkten der Erde wiederholten.

Es dürfte noch sehr Vieles gegen die wörtliche Auffassung der mosaischen Schöpfungsurkunde einzuwenden sein. Mögen die drei, resp. sechs Tage derselben auch namhafte Perioden bezeichnen, so ist die Dauer der Erde (der Welt), wie sie dort aufgefaßt wird, doch überaus klein und geringfügig; denn sie umfaßt gegenwärtig noch nicht 6000 Jahre; dies aber stimmt durchaus nicht mit unserem Erfahrungswissen, denn wir haben z. B. lebende Individuen aus dem Pflanzenreiche, die zu Abrahams Zeiten schon klafterdicke Bäume gewesen sein müssen, wie der Drachenbau auf Teneriffa; ja es giebt andere, deren Lebensdauer mindestens dreimal so lang ist, als nach der mosaischen Urkunde die ganze Welt besteht, von den untergegangenen Pflanzengeschlechtern gar nicht zu reden, welche doch unzweifelhaft einer vor der jetzigen dagewesenen Urwelt angehörten, wodurch das Alter der Erde aber immer weiter hinausgeschoben wird.

Trotz dessen und wunderbar genug bei geöffneten vor- und urweltlichen Archiven der reichsten Art war man in England meistentheils mit einem unbegreiflichen Eigensinn bei den Zahlenangaben der Bibel stehen geblieben, und große Gelehrte, welche sich um die Geognosie außerordentliche Verdienste erworben, haben nicht gefürchtet, sich lächerlich zu machen, wenn sie Alles, was wir in den ältesten Urkunden der Geschichte symbolisch und mythisch aufgestellt finden, wörtlich nehmen, die ganze Theorie der Erdbildung auf die bekannten sechs Tage zurückführen und den hundert und tausend Fuß mächtigen Kohlenlagern, den versteinerten Urwäldern, den Kolossen der Thierwelt ein so geringes Alter zuschreiben wollten, wie das erste Buch Mosis thut. Es hängt dieses genau, nicht mit der religiösen Richtung (denn Formenwesen ist nicht Religion), sondern mit der Etikette zusammen, unter deren Druck das englische Volk wie die vornehmsten Leute zu leben nun einmal gewohnt sind. Diese Etikette verlangt, daß man nur im Frack und in Glacéhandschuhen und mit frisirtem Haar in das Theater gehe, daß man in höchster Gala Sonntags die verpesteten Leichenhäuser besuche, die man in England Kirchen nennt, daß Sonntags kein Geschäftslokal, auch die Post nicht, geöffnet sei, daß dagegen alle

Schnapsläden ihren Glanz entwickeln und dem gemeinen Mann, dem sonst jede Erholung abgeschnitten ist, seinen Wochenverdienst gegen einen Bon auf den Säuferwahnsinn abtauschen; sie, diese Etikette, verlangt auch, daß der Geschichtsforscher — er möge die Geschichte der Menschheit oder die Geschichte der Erdbildung untersuchen — sich strenge an die Bibel halte, es mögen die Bäume als lebende und die Steine als todte Zeugen dagegen sagen, was sie wollen.

Wer über die Entstehung der Erde oder unseres Weltsystems Forschungen anstellen will, muß sich von diesen Banden der Etikette befreien, wie dieses endlich auch selbst in England geschehen ist, und muß die Augen öffnen, um zu sehen. Nicht Autoritäten dürfen in den Naturwissenschaften gelten, sondern Beweise; nicht weil Pythagoras es gesagt hat, sondern weil er es bewiesen, ist das Quadrat der Hypotenuse so groß als die Quadrate der beiden Katheten.

Die Bibel aber ist kein naturwissenschaftliches Buch, sie verfolgt wahrlich andere Zwecke, als Naturkenntniß zu verbreiten, und ohne ihr einen göttlichen Ursprung zuzuschreiben, bleibt ihr culturhistorischer Werth, ihre Bedeutung für die sittliche Entwickelung der Menschheit unbeeinträchtigt dadurch, daß ihre Aufstellungen nicht mit den Ergebnissen der Naturwissenschaft übereinstimmen.

Die Erforschung unseres Planeten lehrt, daß die Mineralkörper, die Gebirgs-, die Felsarten, unabhängig von der geographischen Lage, vom Klima, von Erhebung über der Meeresfläche, über die ganze Erde verbreitet sind. Bei Pflanzen und Thieren ist dies durchaus nicht der Fall; Palmen und baumartige Farne, Pisang und Cactus, sowie Gürtelthiere und Elephanten, Affen und Riesenschlangen findet man nur in den Tropenländern oder nahe an deren Grenzen, dagegen flieht die heißen Erdstriche das Veilchen und die Fichte, das Tausendschönchen und die Birke; der Eisbär und das Rennthier, sowie die Wanderratte und der Zobel sind nur der Polarzone eigen.

Zieht der Naturforscher in ferne Gegenden, so findet er Tausende von Pflanzen und Thieren, ja nicht einzelne Species, sondern ganze, große und zahlreiche Geschlechter derselben, die ihm ganz fremd sind und deren wunderbare Formen und Farbenpracht er mit Staunen sieht; dagegen findet er die Felsarten, ihre gegenseitigen Verhältnisse, ja sogar die Reihenfolge derselben wieder, wie er sie in der Heimath kannte; der Granit, der Schiefer, der Porphyr, der Kalkstein sind ebendieselben und sind ebenso geschichtet in den Karpathen, den Alpen, dem skandinavischen Gebirge wie in dem Kaukasus, den Cordilleren und dem Himalaya.

Wenn die Natur bei dem Schmuck der Erdoberfläche durch Pflanzen

und Thiere eine an das Wunderbare grenzende Mannichfaltigkeit entwickelt hat, so ist sie beim Bau des Erdkörpers desto einfacher gewesen. Wir kennen nahe an 80 000 Gattungen von Pflanzen, aber nur etwa 400 Mineralgattungen, und von diesen nehmen nur etwa zwanzig Theil an der Bildung der Gebirgsmassen, wie Granit, Kalk, Schiefer ꝛc.; alle übrigen kommen zwar unter jeder Zone, doch nur zerstreut, in Gängen und Ablagerungen vereinzelt vor.

In der Pflanzenwelt ist allerdings insofern etwas Aehnliches zu finden, als auch nur wenige Species in so großer Menge vorkommen, daß sie den Charakter einer Gegend bestimmen; dahin gehören die Waldbäume, die Gräser und die Eriken, die oft Flächen von vielen, ja von Tausenden von Quadratmeilen bedecken. Allein dennoch ist die Aehnlichkeit des Vorkommens hierauf allein beschränkt, die Mannichfaltigkeit im Uebrigen ist so groß, daß an Zahl die Pflanzen die Mineralien um das beinahe Zweihundertfache überbieten, und das Vorkommen ist nach Klima und Meereshöhe vollständig geregelt, so daß ein tüchtiger Botaniker, durch einen Zauberer in einen unbekannten Welttheil versetzt, aus den ihn umgebenden Pflanzenformen wissen würde, ob er sich in den Tropen, der gemäßigten oder der Polarzone, an welcher der Grenzen derselben, ja in welchem östlichen oder westlichen Theile er sich befände; denn das tropische Amerika hat ganz andere Formen (z. B. die Cacteen, die baumartigen Farne), als das tropische Afrika (die Euphorbien, die Mesembrianthemen, die Adansonien) oder Australien (die myrthenähnlichen, kleinblättrigen).

Nicht so gelingt es dem Geognosten, aus dem Anblick der Gesteine seinen Standpunkt zu bestimmen; man findet Diamanten nicht blos in Indien, sondern auch in Brasilien und in Sibirien, ja sogar in Afrika; man findet Gold nicht blos dort, sondern auch in Californien, Neu-Holland und in Ungarn, im Harz, in Spanien; die Steinkohlen und das Eisen sind nicht auf England, die Kreide nicht auf Rügen, der Jurakalk nicht auf die Schweiz beschränkt, sie nehmen Theil an der Bildung des ganzen Erdkörpers.

Die Form der Erde, wenn wir von ihr als einer Kugel absehen und ihre Oberfläche näher betrachten, erscheint uns höchst unregelmäßig: hier mächtig und schroff, zackig erhoben, dort flach und grade, wie mit dem Richtscheit geebnet, dort zu sanften Hügeln, domartigen Kuppeln gewölbt, da wieder in Schluchten und Spalten zerrissen; wir nehmen vereinzelte Fels- und Berggipfel, wir nehmen zusammenhängende Reihen und Ketten von Bergen wahr, wir sehen Abstufungen vom Flachland zur Hochebene, von der Hochebene zum Uebergangsgebirge, von diesem zum Urgebirge, wir sehen aber vor Allem früher vorhanden Gewesenes durch später Nach-

gefolgtes verschoben, umgestürzt, zerstört. Es ist unverkennbar nach und nach eine Reihenfolge von Ereignissen eingetreten, welche einen Urzustand mächtig verändert hat.

Ein Beispiel für viele möge erklären, was der Verfasser meint.

Unser norddeutsches Vaterland hat zur Unterlage seiner meist sehr ergiebigen Ackerkrume, welche von den Urwäldern her dem Boden geblieben ist, Sand, Thon (beides in mannichfachem Verhältniß zu einem mehr oder minder bindenden Lehm gemischt) und rundliche Gesteinbrocken von Kubikzollen bis zu Kubikklaftern Inhalt, in jeder möglichen Größenabstufung. Diese Substanzen bilden ein ziemlich einförmiges Flachland vom finnischen Meerbusen bis nach Belgien, viele Tausend Quadratmeilen umfassend.

An vielen Stellen dringt der Sand zu Tage, wie in Lüneburg, in der Mark, in Polen, und giebt den ungeheuren Wäldern von 150 Fuß hohen Föhren, aus denen die Marine der meisten Länder ihren Bedarf zieht, oder der niedrigen Erika und Genista Nahrung, wie in der Lüneburger Haide; an anderen Stellen, wo Lehm obwaltet, stehen prächtige Eichen, die, in Stabholz verwandelt, ausgeführt werden und von Malaga, Sicilien, Madeira und Bordeaux als Fässer, mit köstlichen Weinen gefüllt, wieder zu uns zurückkehren.

Dieser Thon, Sand und Gesteinschutt war schwerlich vom Anfang der Erdbildung an dieser Stelle, auch ist das, was wir sehen, nicht die ursprüngliche Form. Wenn wir näher, genauer hinsehen, so wird die Vermuthung zur Gewißheit, denn wir finden, daß diese Substanzen auf anderen Gesteinmassen liegen, die doch vorher da gewesen, also älter sein müssen (sonst könnte ja nichts darauf gelegt, geschüttet worden sein), und den Schutt selbst betreffend, so finden wir, daß er aus den Trümmern älterer Gesteinschichten besteht; seine *Lagerstätte* ist also älter als er, und das *Gestein, woraus er entstanden*, ist älter als seine Lagerstätte, und demnach ist er eine *neuere Formation*.

Jene älteren Massen, auf denen der grobe Steinschutt lagert, sind ein Niederschlag aus einem durch Wasser fortgeführten Schlamm, der von den Gebirgen kommt, welche die südliche Grenze dieser weit ausgedehnten Ebene bilden, den Karpathen, dem Riesengebirge, dem Fichtelgebirge, dem Erzgebirge, dem Harze, dem Thüringer Wald u. s. w. Dort liegt der Feldspath und der Granit, welcher verwittert Thon und Sand giebt, durch Schneewasser und Regen in Bäche gespült, durch diese den Flüssen zugeführt und nach den niedrig gelegenen Gegenden getragen wird und da sich endlich zu Boden setzt und ablagert; verwittert mit der ganz fein zertheilten Kieselerde zu einem feinen, dichten Thon, mit gröberen Körnern von

Kieselerde gemischt zu Lehm, oder endlich, wo die Kieselerde allein vorwaltet, zu Sand in seinen verschiedenen Formen, wird er entweder als grober Kies gefunden, mit noch deutlich erkennbaren eckigen Stücken des Granits oder der Quarzgebirgsmassen, aus denen er entstand, oder feiner zertheilt als Grand, Mauersand, noch feiner in der Form des Stuben- oder Streusandes, in welchem man nur Quarzkörnchen von sehr geringem Durchmesser und völlig abgerundet erblickt.

Was wir in der großen norddeutschen Ebene und auf unzählig vielen andern Flächen als vor Jahrtausenden geschehen wahrnehmen, das sehen wir noch jetzt überall und täglich vorgehen; ein jeder Bach führt Sand mit sich fort, ein jeder Fluß Geschiebe und Gerölle, Trümmer des Gesteines, über welches er strömt, Trümmer, welche er in seinem Bette fortrollt und schiebt (daher die sehr bezeichnenden Namen für die Produkte dieser Thätigkeit: Geschiebe, Gerölle), und welche dann je nach ihrer ursprünglichen Form als Täfelchen oder mehr kubische Massen zu abgerundeten Scheiben oder nierenförmigen, eiförmigen, kugelförmigen Körpern geschliffen werden, indem ein Stein sich am andern scheuert; das Abgeschliffene ist Sand, Thon, Kalk, Mergel.

Was gröber ist, bleibt zuerst liegen, der Sand wird weiter fortgeführt, noch weiter der Thon; was Flüsse, wie die Weichsel, den Rhein, gelb und trübe färbt, ist eben dieser Thon und Kalk, den sie bis zum Ausflusse in das Meer mit sich führen und dort, wo ihre Strömung aufhört, niederfallen lassen, zusammengehäuft zu einer Insel, zu vielen Inseln, die dann in ihrer Gesammtheit das Delta bilden.

Dieselben Substanzen, als Sand und Thon verschiebbar (vom Thon sagt man „plastisch, bildsam"), kommen auch als feste Massen vor: Sand mit sehr wenig Thon als Bindemittel (auch Kalk wird, wiewohl seltener, zu einem solchen) giebt den Sandstein, wovon wir ganze mächtige Gebirgszüge haben, und der, sich nach seiner feineren oder gröberen Körnigkeit unterscheidend, zum Schleifen, zum Bauen verwendet wird; Thon vorwaltend mit sehr wenig Kieselerde giebt den Thonschiefer, der gleichfalls in Gebirgen und auf bedeutenden Strecken ansteht.

Wir sehen hier unzweifelhaft Wirkungen des Wassers vor uns und zwar in Vorgängen, welche noch jetzt täglich zu sehen sind; die kleineren Theile sind auf die jedem Beobachter ersichtliche Art angeschwemmt; aber die großen Massen, welche viel älter sind als jene Gebilde, auf denen sie ruhen, und welche doch in einer viel jüngeren Zeit auf ihre jetzige Lagerstätte gelangt sind, auf eine andere Weise.

Es widersteht dem menschlichen Verstande die Annahme, daß eine Masse von tausend Kubikfuß des festesten Gesteines durch Wellenbewegung fortge-

schoben sein solle, wiewohl wir bei Beschreibung der Gletscherlawinen solcher Fälle erwähnt haben; hier war jedoch die bewegende Wassermasse in ein enges Thal eingeschlossen, übte also einen ungeheuren Stoß aus, indem nichts davon nach den Seiten ausweichen konnte; anders ist es in den Ebenen. Noch kommt dazu, daß ganz unzweifelhaft die z. B. in Norddeutschland gefundenen Granitblöcke, die sogenannten erratischen Blöcke, keineswegs den Karpathen, den Sudeten, dem Harz, sondern Skandinavien angehören, woselbst die nämlichen Gesteinarten in mächtigen Gebirgen anstehen. Wenn nun diese Gesteine nicht von Süden nach Norden, sondern umgekehrt von Norden nach Süden gerückt sind, so haben sie nicht immer einen Weg *bergab* gemacht, sondern sind durch die Tiefe der Ostsee bis zu uns 400 bis 500 Fuß, ja die in dem Fichtelgebirge zusammengehäuften drei oder mehrere tausend Fuß *aufwärts* geschoben worden.

Daß Wellen auch der größten Art dieses schwer bewerkstelligen dürften, liegt ziemlich nahe; allein wir haben eine Potenz, welche wo möglich noch mächtiger ist als das Wasser, nämlich das Eis. Wenn im Anfange des Winters sich die Flüsse mit Eis zu bedecken beginnen, so sieht man eine Gattung desselben, die unter dem Namen Grundeis bekannt ist, ziemlich häufig erscheinen. Am Ufer eines klaren Flusses stehend, kann man die Bildung desselben mit Sicherheit beobachten. Das Grundeis, von poröser blasiger Beschaffenheit, bildet sich auf dem Grunde der Gewässer an Felsstücken, Kies schon bei einer Lufttemperatur, bei welcher auf der Oberfläche noch keine Eisbildung stattfindet. Der Grund mag darin zu suchen sein, daß die genannten festen Körper gute Wärmeleiter sind, sie werden daher bei Eintritt kalter, das Wasser durchwühlender Luftströmungen rascher abgekühlt als das umgebende Wasser und entziehen somit diesem Wärme, so daß es gefriert. Sobald die blasigen Grundeisscheiben einige Größe erlangt haben, lösen sie sich vom Boden ab und treiben schwimmend den Fluß hinab.

An diesen Schollen sieht man in großer Menge den Kies, das Geschiebe des Flußbettes, haften: so werden die *kleinen* Stücke fortgetragen, größere frieren zuerst fest mit dem Eise zusammen, bevor sie gehoben werden, dann aber ist die Kraft des Eises erstaunenswürdig. Der Verfasser kennt ein Beispiel, welches eigenthümlich genug ist. Das Landgut eines in der Gegend von Culm wohnenden Freundes hatte seine Wiesen in der Niederung der Weichsel; dieselben waren durch Grenzsteine markirt, etwas, was in dieser Gegend nicht häufig vorkommt, weil es daselbst gar keine Steine giebt. Die dort verwendeten waren auf den Höhen gesprengt und nach der Niederung geschafft worden, es waren unregelmäßige Vielecke, meist pyramidal, wie sie beim Sprengen der Granitblöcke durch

Pulver entstehen; sie waren mit einer Masse von wenigstens vier Kubikfuß in den fetten, lehmigen Boden eingesenkt und standen nur mit einer Spitze von etwa sechs Zoll aus dem Boden.

Im nächsten Frühjahr waren dieselben verschwunden, und rund um die Stellen, wo sie gestanden, waren Höhlungen befindlich, als ob die Steine ausgegraben worden, aber auch zugleich viel größere Massen Erde mit fortgenommen wären.

Der Gutsbesitzer muthmaßte, man habe die Steine, welche einen gewissen Werth hatten, gestohlen; es hatte jedoch das Eis diese Unthat vollbracht, denn man fand dieselben weit unterhalb ihres Standortes da oder dort auf den Wiesen liegen. Das Wasser, welches die Niederung überstaut, gefriert, wenn es nicht hoch ist, bis auf den Boden, dabei waren die Spitzen der Steine mit in das Eis eingeschlossen. Als nun im Frühjahr der Fluß zu steigen begann, hob er die ganze, mehrere Fuß dicke Eisdecke, und diese zog vermöge ihrer Festigkeit und Tragkraft die Steine mit ganzen Klumpen Erde aus ihren Lagerstellen und führte sie so weit fort, bis sie zerbrach und nicht mehr groß genug blieb, um die Last zu tragen. Dort, wo dieses geschehen, lag hier ein Stein und da ein anderer.

Acht Pferde wären nicht genug gewesen, die Steine aus der Erde zu reißen — die Eisscholle hatte es vermocht.

Wir erinnern uns der Angabe des Capitains James Roß über den Granitblock, den eine Eisscholle in der Nähe des Südpolar-Continents trug; auch dieser war vermuthlich vom Grunde aufgehoben und durch Umkehrung der Eisschollen nach oben gekommen. Dergleichen geschieht nicht vereinzelt, es geschieht unendlich oft. Auch noch auf andere Weise beladen sich Eisblöcke mit Gestein.

Die Gletscher tragen dergleichen aus den Gebirgsschluchten in die Thäler; hier sind es die *oberen* Flächen des Eises, auf welche die Trümmer der benachbarten Berge niederfallen. Sie werden als Moränen, als Gufferlinien in einem gewissen Zusammenhange, als Gletschertische, wenn sie sich vereinzelt haben, nach dem Fuße des Gletschers zu dem Damme, der sich vor einem jeden bildet, geführt. Es unterliegt dieses keinem Zweifel, es ist keine Hypothese, es ist eine Thatsache, von welcher gesprochen wird; man weiß, die Moränen bestehen aus den Gesteinbrocken, welche auf die Eisfläche herabfallen; blieben dieselben an Ort und Stelle liegen, so müßte man überall nur dasjenige Gestein finden, welches über dem Fundorte ansteht, man sieht jedoch alle Gebirgsarten des ganzen Gletscherthales längs der Wände desselben verbreitet, ein sicheres Zeichen, daß die Gesteinmassen wandern.

Was auf dem Lande die Gletscher der Alpen und das Eis der Flüsse

bewerkstelligen, das thun zur See die Gletscher der Polarzonen, die natürlich bis in das Meer hinabreichen.

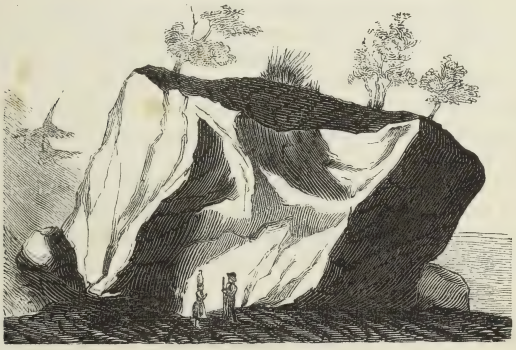
So wie die Gletscher überall die Region des ewigen Schnees überschreiten, so geschieht es auch mit den Eisfeldern der Polargegenden: die Gletscher steigen aus den höheren Regionen nach den niederen; das Polareis rückt aus den höheren Breiten nach den niederen.

Wenn es nun im Norden Eislehnen von zwei bis drei Meilen Breite giebt, welche ganze Küstenstrecken von Hunderten von Meilen Ausdehnung bekleiden, wenn sie nun, ganz wie die Gletscher der gemäßigten Zone, Moränen und Gletschertische tragen, im Meere angelangt, endlich abbrechen und nun die Steinblöcke, auf den Eisblöcken schwimmend, der Polarströmung folgen und bis zum 40. Grade der Breite hinziehen, so ist es kein Wunder, wenn man dort Steinmassen findet, die Grönland oder Island angehören. Solches geschieht auch an den flachen Küsten von Holland, von Frankreich, und so ist es denn wohl erklärlich, wenn wir mitten in Norddeutschland Steinmassen finden, welche Norwegen angehören. Allerdings darf man nicht vergessen, daß jene Felsmassen, von denen hier die Rede, nicht vor ein paar Jahrzehnten, sondern vor vielen Jahrtausenden hierher getragen sind, zu einer Zeit, in welcher die Gewässer überhaupt einen bei weitem höheren Standpunkt eingenommen haben, und daß solches keine Hypothese sei, ist vielfach und durch die auffallendsten Thatsachen bewiesen. Hätte man keine anderen Beweise dafür als die Blöcke selbst und deren Vorhandensein an Orten, wo ähnliche Gebirgsarten bergaufwärts (wie es sein müßte, wenn sie vom Wasser herabgespült wären) nirgends anstehen, so wäre dies eigentlich schon genügend; denn Niemandem wird wohl einfallen, zu glauben, es seien Projectile, es seien durch vulkanische Kräfte geworfene Steine, dies dürfte doch gar zu nahe an die Mythe von den olympstürmenden Titanen erinnern. Allein es giebt der Beweise zur Genüge; wir dürfen nur die gegenwärtig bewohnte Oberfläche der Erde betrachten, so drängt sich uns überall die Gewißheit auf, daß viele Gewässer der Erde einst Tausende von Fußen höher gestanden als jetzt, und zwar in derjenigen Gestalt der Erde, welche sie gegenwärtig hat, d. h. nicht etwa, weil sich viertausend Fuß über dem Meeresspiegel versteinerte Muscheln und Fische finden (das Terrain könnte ja lange nachher gehoben sein), sondern weil an den Thalrändern, weil an den Berglehnen der gegenwärtigen Gestaltung der Erde sich die unzweifelhaftesten Spuren einer Veränderung derselben durch Wasser im großartigsten Maßstab finden, so daß, wie Cotta sehr scharfsinnig bemerkt, die Oberflächenverhältnisse der nördlichen Halbkugel einmal ähnlich denjenigen gewesen sind, welche jetzt auf der südlichen Halbkugel herrschen. Ein um

500 Fuß höherer Standpunkt des Meeres würde aus allen Gegenden der Erde, die wir unter dem Namen Tiefland zusammenfassen, Meeresboden gemacht haben.

Ganz unzweifelhaft läßt sich ein solcher höherer Stand des Meeres nicht sowohl als überhaupt aller Gewässer auf der Erde darthun an den Spuren der Thätigkeit, welche dieselben hinterlassen haben, und zwar beginnen ihre Spuren schon in den höchsten Regionen der Gletscher; selbst diese Eismassen waren früher bedeutend mächtiger, als sie jetzt sind.

Hausgroße Felsstücke, erratische Blöcke, dem Innersten der Alpen angehörig, findet man im Juragebirge bis zu 3000 Fuß hoch abgelagert;



daß dergleichen nicht vom Wasser, sondern nur von dem Eise da hinaufgeschoben, leuchtet jedem Unbefangenen ein; man muß dann allerdings annehmen, daß der mächtige Thaleinschnitt zwischen den eigentlichen Alpen und dem Juragebirge ehemals ein Meerbusen gewesen, wie derjenige zwischen Grönland und Labrador oder zwischen Schweden und Finnland, welches jedoch möglich, wenn überhaupt das Meer auf der Nordhälfte der Erde so viel höher gestanden hat. Da sich indessen unzweifelhaft herausgestellt, daß dieses Meer wenigstens um 2600 Fuß über sein jetziges Niveau gereicht, weil die erratischen Blöcke von norwegischem Granit sich auf dem Fichtelgebirge finden, so war damit auch das Aar-Thal bis in seinen fernsten Winkel, d. h. bis weit über den Genfersee, der dasselbe schließt, unter Wasser gesetzt; dann braucht man nicht anzunehmen, daß jenes ganze schöne Thal, die sogenannte niedrige Schweiz, ein zusammenhängender Gletscher gewesen, es würden alsdann nur, so wie von Grönland

aus mächtige Eisschollen, so hier dergleichen aus den Schluchten des Berner Oberlandes und des Montblanc in das Meer gerückt und hinüber auf die Halbinsel, welche der Jura bildete, getrieben worden sein. Was diese Bruchstücke der Gletscher mit sich brachten, blieb dort liegen, wo die Eisschollen sich festsetzten und schmolzen. Eins oder das Andere ist geschehen, denn die Granitfindlinge, welche man längs des kalkreichen Juragebirges in Menge sieht, gehören dem Mittelpunkte der Alpen an, wie Hugi in seinem höchst interessanten Werke: „Die Gletscher und die erratischen Blöcke" fast unumstößlich bewiesen hat. An manchen Gletschern aber sieht man deutlicher, als durch vereinzelte Thatsachen bewiesen werden kann, die Spuren des früheren Standpunktes.

Bei Betrachtung dieses Gegenstandes im zweiten Bande von Zimmermann's „Erdball" ist bereits der mächtigen Steindämme erwähnt, welche, vor den meisten Gletschern oft vielfach hinter einander liegend, beweisen, daß die Gletscher einst eine bei weitem größere Ausdehnung gehabt, daß sie viel weiter vorgeschritten waren, als man sie jetzt findet; allein nicht nur dies, sondern auch eine bei weitem höhere Ausfüllung der Thäler läßt sich darthun.

Die Moränen reiben immerfort an den Thalrändern wie ungeheure Raspeln und Feilen. Steine, Kies und Sandkörner, welche nun gar nicht oben auf dem Gletscher liegen, sondern in der Masse des Eises eingefroren sind, üben eine unglaubliche Gewalt aus, indem der Gletscher niederrückt. Hieraus entstehen Streifen, Hohlkehlen, Einschnitte in den Felswänden, welche deutlich zeigen, wie daran gearbeitet worden ist. Das sind nicht Schichten und Lagerungen verschiedenen Gesteins, wie man auf den ersten Anblick beinahe glauben möchte; das sind auch nicht tiefer führende Spalten und Sprünge, sondern lediglich eingekratzte Striche, welche ein härterer, im Eise eingeschlossener Stein machte, als er an der etwas weicheren Felsenwand des Thales vorbeigeschoben wurde.

Diese Spuren lassen sich beinahe in allen Alpenthälern, so weit sie Gletscher führen, nachweisen, in einer Höhe, welche in Erstaunen setzt und welche zeigt, daß einst die ganze niedere Schweiz zwischen den Alpen und dem Jura von Gletschereis überdeckt war, welches besonders aus den Thälern der Rhone und der Aar, d. h. von den Eisfeldern des Montblanc und der Jungfrau, hervorbrach. Die Züge der einschneidenden und abschleifenden Gesteine sind um so sicherer als solche anzusehen, als höher gelegene Felsen, genau derselben Formation angehörig und mit den unter ihnen liegenden aus einem Gusse, ihre ursprünglichen zackigen Bruchgestalten, Ecken und Kanten behalten haben, indessen sie weiter unten abgerundet, parallel gefurcht und gereifelt, geschliffen, ja glänzend polirt erscheinen.

Derartige Anzeichen von Vergletscherungen, von Eiswirkungen im Allgemeinen finden sich fast auf der ganzen nördlichen Erdhälfte, und unablässig werden neue Spuren von Gletscherthätigkeit entdeckt, wie beispielsweise neuerdings in den Rüdersdorfer Kalkbergen in der Nähe Berlins an dem dortigen Muschelkalke unter der Erddecke deutliche Schlifflächen erkannt worden sind. Um alle diese Glacial- und damit zusammenhängenden oder sie begleitenden Erscheinungen zu erklären, muß man auch annehmen, daß ein großer Theil des heutigen europäischen und amerikanischen Continents vom Meere bedeckt war, so daß die Meere unserer Breiten mit dem Eismeere in directer Verbindung standen und riesige Eisberge hierher gelangten. Daß das Klima demnach ein kälteres gewesen sein muß als jetzt oder, mit anderen Worten, die kalte Zone sich viel weiter erstreckte, ist klar, und man spricht daher von einer Eiszeit, welche fast die ganze nördliche Halbkugel traf. Die Configuration derselben war ähnlich wie die der südlichen in der Gegenwart, indem das Wasser das feste Land an Ausdehnung noch viel beträchtlicher übertraf als jetzt, und Europa und Amerika nur als verhältnißmäßig kleine Inseln aus dem Meere hervorragten. Die Eisberge lagerten den mit sich führenden Gesteinsschutt und die Felsblöcke an den Küsten ab oder ließen sie bei eintretender Schmelzung auf den Boden fallen; dasselbe geschah durch die fortrückenden Gletscher, welche von Norden her, von Schweden, Norwegen in niedrigere Breiten gelangten. Diese Ablagerungen von Schutt, Geschiebe, Geröll, Blöcken sind es, welche man als Diluvium bezeichnet.

Das Leben auf den inselförmigen Continenten sah recht bunt aus. In den Seen und Flüssen tummelte sich der Hippopotamus, in den Wäldern und Sümpfen hausten Mammuth und zweihörniges Nashorn, in den Ebenen und Bergen der Moschusochse, der Riesenhirsch, Löwen, Tiger, Pferde, Bären, Hyänen, Rennthierheerden u. s. w., und gleichzeitig mit ihnen lebte der Mensch.

Allmählich wurde der Erdboden gehoben, und immer größere Strecken tauchten aus dem Meere hervor. Damit begann eine neue Thätigkeit des Wassers. Hier spülte es die Gesteine ab, zertrümmerte sie, spülte sie mit sich fort oder laugte sie aus, um sie dort als Schutt, Lehm, Sand in größeren oder geringeren eckigen oder gerollten Stücken abzulagern. Die durch diese in der Gegenwart fortdauernde Thätigkeit des Wassers bewirkten Ablagerungen sind demnach die jüngsten, sie liegen über dem Diluvium und werden Alluvium genannt. So werden durch die Gewalt des Wassers hier Gebirge zerstört, dort Thäler ausgehöhlt und an anderen Orten durch Anschwemmungen der transportirten Gesteinsmassen neues Festland gebildet.

Wenn hier vorwaltend von Veränderungen der Erdoberfläche gesprochen

worden, welche durch das Wasser, sei es im flüssigen, sei es im festen Zustande, als Eis bewirkt werden, so möge darum Niemand den Verfasser einen Neptunisten nennen, d. h. einen solchen, der, wie alle Systematiker, die vorliegenden Erscheinungen in sein *System zwängt*, sie mögen passen oder nicht, sie mögen sich willig fügen oder Widerstand leisten, einen solchen, der — für den vorliegenden Fall — alle Erscheinungen dadurch erklären will, daß irgendwie das Wasser sie bewirkt.

Der Verfasser ist so wenig ein Neptunist wie ein Vulkanist, d. h. ein solcher, der Alles dadurch erklären will, daß die Erde durch das Feuer *allein* umgestaltet worden sei. Die Jetztzeit hat diese beiden einander sonst schroff gegenüberstehenden Systeme ausgeglichen und gezeigt, daß *keines* von beiden Recht hatte, sondern beide, daß die Erde nicht umgestaltet sei durch das Wasser *oder* durch das Feuer, sondern durch Feuer *und* Wasser.

Wir sehen im Kleinen die Wirkungen des Feuers an den Küstenstrecken von Neapel und Sicilien, welche der Vesuv und der Aetna beherrscht, wir sehen dieselben im größeren Maßstabe, wenn ein Erdbeben Syrien oder Portugal heimsucht, wir sehen dieselben im ausgedehntesten Maße auftreten bei den ungeheuren Verheerungen, die der Cotopaxi in Südamerika hervorbringt, bei der Zerstörung von Lima und Riobamba durch Erderschütterungen nicht sowohl als durch Convulsionen der Erde, bei denen Flüsse versiegen und Seen entstehen, Berge in Thäler verwandelt werden und Ebenen sich zu Gebirgen erheben. Wir sehen die Erdoberfläche umgestaltet durch Lavaströme, durch Aschenregen, welche Städte und Länder klafterhoch bedecken, wir sehen Bimstein und andere Schlacken sich aufhäufen, Inseln entstehen, Hunderte von Quadratmeilen sich aus dem Meere erheben.

Nichts ist natürlicher, als daß der kurzsichtige Mensch, der wie der Leibeigene an der Scholle klebt, und der so gern *sich* für den Mittelpunkt der Welt ansieht, das ihm Zunächstliegende für das Wahre und allgemein Richtige hält. Es geht noch bis auf unsere Zeit hinab ebenso, und wir sind doch schon beweglicher geworden, als man sonst war; es haben zuerst *schlechte* Wege da, wo früher gar keine waren, die Möglichkeit des Verkehrs eröffnet, es sind diesen Wegen *Chausseen* gefolgt, es erstrecken sich jetzt *Netze von Eisenbahnen* über fast alle Länder der civilisirten Erde. Mann kann in Stunden dahin kommen, wohin man sonst Wochen, man kann in Tagen dahin kommen, wohin man sonst Monate lang reiste, und dennoch findet man Tausende von sogenannten gebildeten Leuten, welche außer Stande sind, sich über die mit der Ammenmilch eingesogenen Vorurtheile oder Ansichten zu erheben. Was Wunder,

wenn die Bewohner des Nilthales oder die des Gangesdelta, von denen vielleicht die ganze Weisheit der Aegypter herstammt, Neptunisten waren! Sie sahen ja das Wasser unaufhörlich wirken, sie sahen es ja fortwährend neuen Boden bilden und den alten bedecken, befruchten; das Wasser war ihnen eine wohlthätige Gottheit, ein schaffendes, ein Segen bringendes Princip. Was Wunder, wenn die Bewohner von Jonien, wenn ihre Abkömmlinge in Groß-Griechenland, d. h. in Sicilien und Italien, Vulkanisten waren! Lagen doch vor ihren Augen so mächtige Feuerberge, wie der Aetna, der Vesuv, sahen sie doch die entsetzlichen Wirkungen des Feuers vor ihren Augen entstehen, fanden sie doch die Spuren dieser Wirkungen, seit Jahrtausenden sich immer wiederholend, unter ihren Füßen. Natürlich waren die Ansichten; thöricht war es nur und einseitig, daß Jeder die Ansichten des Andern verwarf, und daß die Bekenner der verschiedenen Ansichten einander auf die bitterste Weise anfeindeten; so war es nicht möglich, daß sich eine Wissenschaft ausbildete, und es blieb die Geologie eine Zusammenhäufung der kühnsten und sonderbarsten Hypothesen bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts, wo man ernstlich begann, sich mit dem Erforschen des bisher Besprochenen zu beschäftigen und sich dann auch bald neben der Geologie eine neue Wissenschaft, die Geognosie, die Kenntniß vom innern Bau der Erde, die Grundlage der ersteren, ausbildete.

Erst von dieser Zeit an verlangte man nicht mehr, daß die Natur sich einem System fügen sollte, das sich nur auf wenige und auf mitunter schlecht begründete Thatsachen stützte, da doch eine ungemeine Mannigfaltigkeit des Vorhandenen zu dem Gedanken hätte führen müssen: zu allen diesen Erscheinungen könne eine Thätigkeit als Ursache unmöglich gelten. Man erkannte, daß, so mannigfaltig die Erscheinungen seien, so vielfältig verbundene, vereinzelte, auf einander folgende oder sich kreuzende Ursachen als wirkend aufgetreten wären; man erkannte, daß die Erde einen langen Entwickelungsprozeß durchgemacht und daß derselbe keineswegs geschlossen sei, daß er noch ununterbrochen fortdaure in zwei entgegengesetzten Richtungen, daß das Wasser fortwährend das Erhobene abtrage, nivellire, daß dagegen das Feuer fortwährend Niedriges erhebe, und daß, wenn schon das Feuer viel schneller und gewaltsamer wirke, doch das Wasser durch seine Ausbreitung und seine langsame, aber ununterbrochen fortdauernde Wirksamkeit der des Feuers überall das Gleichgewicht halte.

Das, worauf der Verfasser im Verlaufe dieser Blätter schon mehrere Male aufmerksam gemacht, ist seit ein paar Jahrhunderten im Allgemeinen und für diese Wissenschaft doch seit 70 Jahren etwa als der allein gute, als der allein richtige und zum Ziele führende Weg erkannt worden:

Beobachtung! Nicht speculiren, wie es sein könnte und sein sollte, sondern sehen, wie es ist.

Sobald man auf diesem Standpunkt angelangt war, mußte man finden (und durch vielfältige Vergleiche ließ sich dieses als vollkommen unzweifelhaft nachweisen), daß die Gesteine, wie wir dieselben in großen Massen und Schichten über die Erde gelagert sehen, von oben herab eine gewisse Reihenfolge innehalten, bei welcher die oberen Schichten im Allgemeinen eine Beschaffenheit zeigen, als ob sie aus Niederschlägen entstanden wären, indeß die unteren die Spuren der Schmelzung und der Erstarrung aus feurigem Fluß an sich tragen.

Es giebt zwar Ausnahmen von dieser Regel, man sieht mitunter gerade das Umgekehrte und Entgegengesetzte vor sich liegen, bei näherer Untersuchung zeigt sich aber diese Ausnahme als nur scheinbar, nicht wirklich vorhanden, und sie dient alsdann zur Bestätigung des soeben Gesagten; denn man findet, daß dieses oben gelagerte, geschmolzen gewesene Gestein aus dem Innern der Erde, aus der Tiefe emporgequollen ist.

Wir haben am Anfange dieses Buches das Hypothetische über die Weltbildung angeführt, wir können hieran unbedenklich das Gewisse über die Erdbildung anschließen und sagen: möge es mit allem Früheren gewesen sein, wie es wolle, einen Augenblick können wir als den nicht mehr hypothetischen, sondern thatsächlichen Anfangspunkt des Erdkörpers betrachten, denjenigen, da er aus seinen früheren Stadien — sie mögen nun Namen haben, wie sie wollen — zusammengesunken ist zu einem Tropfen geschmolzenen Gesteins.

Erstarrung der Erdoberfläche.

Wir haben bereits ausführlich über die Nothwendigkeit gesprochen, daß ein im Weltraum schwebender beweglicher Körper, aus verschiebbaren Theilen bestehend, die Kugelgestalt annehme, den Gesetzen der Anziehung, der allgemeinen Gravitation folgend, sich in irgend einer Bahn um irgend einen Centralkörper und zugleich um sich selbst, um seine eigene Axe bewege und daraus seine Form herleite. Hierüber kann kein Zweifel obwalten, ebenso wenig über die Temperatur, welche Alles, was wir auf der Erde an Hitze kennen, überstiegen haben muß, so daß mehrere tausend Grad über Null ohne Zweifel noch viel zu wenig ist, wenn wir den Prozeß der Verdichtung aus einer so ungeheuren Ausdehnung, wie die Theile der Erde sie hatten, berücksichtigen.

Wenn aber ein heißer Körper in einem kälteren Medium sich befindet, so kühlt er sich ab, und zwar um so schneller, je heißer er selbst und je kälter das Medium ist. Wenn der Körper flüssig war, so ist der Erfolg seiner Erkaltung immer Erstarrung, und zwar zuerst an der Oberfläche; wir kennen bis jetzt nur einen flüssigen Körper, den wir nicht zum Erstarren bringen können, das ist absoluter Weingeist; alle übrigen, selbst Aether, werden durch Erkaltung auf den nöthigen Grad aus flüssigen feste Körper.

Ist solch ein glühend-flüssiger Körper aber sehr groß, so dauert es sehr lange, bevor er erstarrt; ist er so groß wie die Erde, so haben wir für die Zeit, welche dazu erforderlich ist, kein Maß mehr. Wir sind gewohnt, die Länge des Weges nach einem Theile unseres Körpers — dem Fuße — messen; weil wir, von hier nach Paris gehend, dazu so und so viel Schritte à 2 Fuß brauchen, so ist das auch ganz in der Ordnung. Wir fassen dann 12 000 solcher Schritte etwa in eins zusammen und nennen das Meile, und sagen: Paris liegt von hier 100 Meilen, was jedenfalls bequemer ist, als wenn man sagt: es liegt 2 Millionen und 400 000 Fuß weit von uns; aber schon wenn wir die Entfernung der Erde von der Sonne messen, wird uns dieses Maß zu klein, wir wenden Erdhalbmesser, um die Planeten, Erdbahnhalbmesser oder Durchmesser, um die Kometenweiten zu messen, und endlich, um die Entfernung der Fixsterne von einander zu vergleichen, Fixsternweiten als Einheit an, und wir gestehen nun, wenn wir ehrlich sein wollen, endlich zu, daß für die größte Ferne, für den unendlichen Weltraum, auch diese Maße nicht mehr zureichen, eben weil er unendlich ist.

Was aber für den Raum unendlich, das ist für die Zeit ewig. Wir messen, was auf der Erde geschieht, nach einem Theile unserer Lebensdauer, Augenblick, Sekunde; wir häufen diese zu Tagen, Jahren und Jahrtausenden; aber was ist denn ein Jahrtausend, was ist denn eine Million Jahrtausende für die Ewigkeit? Wollten wir sagen; sie (eine Million Jahrtausende) habe für die Ewigkeit dasselbe Verhältniß wie eine Sekunde für das Menschenleben, so würde dies doch immer zu einer Endlichkeit führen, denn obschon 86 400 Sekunden auf einen Tag des Menschenlebens gehen und der Mensch 100 Jahre leben kann, so nimmt dies Alles ein Ende, die Ewigkeit aber nimmt kein Ende, sonst wäre sie ja nicht die Ewigkeit.

Wie viele Millionen von Jahrtausenden die Erde gebraucht, um sich durch Strahlung gegen den Weltraum abzukühlen, bis sie erstarrte, ist ganz gleichgültig, es ist geschehen, die Zeit dazu ist vorhanden gewesen und ist vorüber.

Eine natürliche Folge der Erstarrung war Bedeckung der Erdoberfläche mit einer Kruste, und wäre sie auch nur so dünn gewesen wie Papier.

Um sich selbst sich drehend, begleitet von einem Theile der Masse, welche einstmals das Dunstsphäroid bildete, aus dem sich die Erde zusammenzog, begleitet von dem Monde, geht sie den ihr von Anbeginn vorgeschriebenen Weg um die Sonne, und da nun Mond und Sonne fortwährend an ihr ziehen und zerren, sowie sie hinwiederum nach dem Verhältniß ihrer Größe auch an ihnen zieht, so war natürlich Ebbe und Fluth bei der ganz flüssigen Erde vorhanden, ja eben weil sie ganz, durch und durch flüssig war, in einem höheren Grade vorhanden als jetzt, wo sie zum Theil erstarrt ist.

Die mächtige Doppelwelle der Fluth, welche damals gänzlich ungehindert die Erde umkreiste, konnte durch die schwache Hülle von erstarrter Substanz unmöglich gehindert werden, sowie sich die Kruste bildete, so war sie auch wieder verschlungen; allein es bildete sich eine neue Decke, um wieder verschlungen zu werden; und so ging das fort, bis nach und nach aus vielen Tausenden solcher durch einander geschobenen, verhärteten und wieder erweichten Massen sich doch endlich eine Rinde bildete, stark genug, um der Gewalt der Fluth Widerstand zu leisten.

Meilendicke mußte die Schicht schon haben, um solche Kraft zu besitzen; allein wie schwach ist das noch immer! Stellen wir uns vor, die Erde sei so groß wie ein schöner, ausgewachsener Apfel, so wird die Schale, welche wir als die festgewordene äußere Hülle betrachten wollen, doch schon hundert Meilen Dicke haben; was wahrscheinlich sehr viel mehr ist, als die Erde selbst in ihrem jetzigen Zustande an fester Masse hat, und wollen wir die Dicke einer Meile auf das Verhältniß des Apfels zurückführen, so würde der geschickteste Zergliederer wahrscheinlich kein Messer finden, um ein Häutchen von dem Apfel zu schälen, dünn genug, um durch seine Stärke die Dicke dieser Schicht vergleichsweise zu der erstarrten Erdschicht zu bezeichnen.

Ist einmal eine Decke vorhanden, welche die Fluth nicht mehr zu zerstören vermag, so geht die Abkühlung natürlich sehr viel langsamer von Statten. Die Umstürzungen durch die Bewegung der Gezeiten brachten immer neue geschmolzene Stoffe an die Oberfläche, also Substanzen von den höchsten Hitzegraden; diese geben ihre Wärme, wie wir bereits wissen, viel schneller ab als minder heiße; allein auch damals war die Erde immer noch, wenn auch nicht mehr im Flusse, so doch vielleicht noch dunkelglühend, und es schritt auch die Abkühlung unzweifelhaft vor; nach innen zu jedenfalls aus dem angeführten Grunde langsamer, nach außen wahrscheinlich aus ebendemselben Grunde schneller. So lange die Erde flüssig war, kamen immer neue Theile aus dem Innern an die Oberfläche, das hat jetzt mit der Erstarrung aufgehört; durch die schlechten

Wärmeleiter, durch die Gesteine, dringt die Hitze indessen von innen nur langsam nach, während nach außen sie sich immer mehr verliert, ohne von Neuem ersetzt zu werden.

Die nothwendige Folge hiervon ist Zusammenziehung der Rinde; weil diese jedoch nicht elastisch ist und zur Unterlage einen nicht zusammendrück-

Durchbruch des geschmolzenen Erdinnern.

baren flüssigen Körper hat, so wird die Rinde reißen, bersten, breite Spalten bekommen, und das flüssige Innere wird hervortreten. Wir haben dann wie die vorstehende Figur zeigt, breite Spalten, welche mit der glühenden Materie gefüllt werden, die durch die Zusammenziehung der Erdrinde gepreßt, sogar über die Ränder tritt, Erhöhungen, die ersten Berge bildet, welche jedoch nicht, wie man wohl glauben möchte, Vulkane sind, sondern nur nach der Art der Lava-Ergießungen gebildet werden.

So lange der Erdkörper noch ganz flüssig war, so lange wurde durch Ebbe und Fluth seine ganze Masse stürmisch durch einander geschüttelt, gequirlt; an ein Scheiden der verschiedenen Substanzen, die ihn bildeten, war nicht zu denken; sobald die Erde ringsum erstarrt, von einer festen Hülle umschlossen war, mußten die Bewegungen des flüssigen Innern nothwendig gemäßigt werden, vielleicht ganz aufhören, und es bot sich im Laufe der Millionen von Jahren, welche dieser Zustand in Anspruch nahm, die Möglichkeit einer Sonderung dieser verschiedenen Bestandtheile und einer Lagerung derselben nach ihrer Schwere oder irgend einer anderen Eigenschaft, welche sie von einander unterschied, dar. Mögen unsere Leser diesen Punkt vorläufig als ohne weitere Folgen dastehend im Sinne behalten, wir werden auf denselben nothgedrungen zurückkommen.

Was die erste erstarrte Erdrinde bildete, wissen wir nicht, es wäre

dieses das recht eigentliche Urgestein; man ist jedoch nicht gewohnt, dasselbe so zu nennen, hauptsächlich wohl, weil man es überhaupt nicht kennt, dann aber auch, weil man diejenigen Gebirgsarten, welche lange Zeit für die ältesten gehalten wurden, Granit, Porphyr, Basalt, Grünstein, mit dem Namen Urgesteine, ihre Hauptmasse Urgebirge nannte. Gerade die gedachten Gesteinmassen sind aber diejenigen, welche die mächtigen Spalten der Erde ausfüllten, durch Eruptionen emporgehoben und über das eigentliche Urgestein gelagert wurden; man nennt daher diese Gesteine gegenwärtig viel richtiger Eruptivgesteine.

Wann das Wasser auf der Erde zuerst aufgetreten ist — vor oder nach dem Erscheinen der Eruptivmassen — vermag man nicht zu ergründen; allein eine Vermuthung liegt vor, daß dies geschehen sei, ehe es Eruptivgesteine gegeben, denn diejenigen Gesteine, welche wir als die ältesten aus dem Wasser niedergeschlagenen anzusehen berechtigt sind, haben eine höchst einfache Zusammensetzung (Thonschiefer, Glimmerschiefer), und überdies bestärkt in dieser Annahme der Umstand, daß auch gegenwärtig vulkanische Ausbrüche von Wasserdämpfen begleitet sind.

Das Wasser löst beinahe alle Substanzen auf und zersetzt sie, verändert sie, geht mit ihnen Verbindungen ein, selbst die Metalle sind davon nicht ausgenommen; der Sauerstoff des Wassers verbindet sich mit denselben zu Oxyden und nimmt die Metalle in dieser Verwandlung auf. Die Hitze befördert die Prozesse in den meisten Fällen, die Anwesenheit von Kohlensäure in dem Wasser, von welchem sie sehr leicht aufgenommen, absorbirt wird, noch mehr.

Die Atmosphäre der Erde war aber in der früheften Periode über alle Begriffe weiter ausgedehnt, und sie war überreich mit Kohlensäure beladen. Wenn das Wasser bei 100 Grad Celsius siedet, so geschieht dies nur unter dem verhältnißmäßig geringen Druck der Luft, wie er jetzt noch vorhanden ist; wenn man sagt, das Wasser kann bei einer höheren Temperatur als 100 Grad C. nicht bestehen, es verdampfe, so heißt es immer nur an freier Luft und unter dem gegenwärtig bekannten Druck derselben.

Erhöht man diesen Druck, so kann das Wasser sehr wohl bei mehr Wärme als 100 Grad bestehen; ja wir haben Mittel, dasselbe in der Gestalt von Wasser zu erhalten bei 200, bei 300 Grad, bei der Glühhitze des Kanonenmetalls, wie die Perkins'sche Dampfmaschine beweist.

Wir können gar nicht daran zweifeln, daß in der Urzeit die Atmosphäre so hoch gewesen, so massenhaft die Erde umlagert habe, daß es selbst bei einer Temperatur von 300 bis 400 Grad flüssiges Wasser gegeben habe; wir können gar nicht zweifeln, daß dieses Wasser keineswegs kochte und wohl im Stande war, Kohlensäure aufzunehmen (die es gegenwärtig durch Erhitzung

bis zum Kochpunkt vollständig entläßt), mit der es, in Verbindung mit der hohen Temperatur, im Stande war, sehr viele Substanzen aufzulösen, welche in dem Wasser jetzt unauflöslich sind; wir sehen ja an dem Papinianischen Topfe, dessen Einrichtung gestattet, Wasser über die Temperatur seines Siedepunktes an freier Luft zu erhöhen, daß 10 Grad mehr schon genug sind, um aus dem härtesten Knochen eine kräftige Bouillon zu ziehen, den Leim aus dem Kalke der Knochen zu lösen, was nicht geschieht, wenn man sie an freier Luft kocht. Wie viel größere Auflöslichkeit wird ein Wasser von 200 bis 300 Graden gehabt haben, besonders wenn es noch dazu stark mit Kohlensäure geschwängert war, die es bei dem ungeheuren Druck der viel höheren Atmosphäre auch bei den höchsten Temperaturen festzuhalten im Stande oder vielmehr gezwungen war!

Ein solches Wasser mußte die vorhandenen Gesteine mächtig angreifen, und wir finden die Ueberreste der angerichteten Zerstörung und Auflösung der erstarrten Erdoberfläche durch das Wasser in den Sediment- oder Schichtgesteinen. Was hier aufgelöst wurde, das wurde später, vielleicht bei größerer Abkühlung des Wassers, wieder abgelagert und bildete die großen Massen der geschichteten Gesteine, welche, da sie aus dem Wasser abgesetzt, unzweifelhaft ursprünglich eine horizontale Lage hatten, die erst durch spätere Ereignisse in eine schräge oder wohl gar senkrechte Lage umgewandelt wurde. Es gehören viele der Sandstein-, Kalk- und Schieferbildungen hierher, welche man unter der allgemeinen Bezeichnung „Grauwacke" zusammenfaßt, und sie zeichnen sich dadurch vor allen ähnlichen aus, daß man in ihnen nur selten und nur in den obersten Schichten Spuren eines Organismus findet.

Man bemerkt an diesen durchbrochenen und gehobenen geschichteten Gesteinen eine auffallende Besonderheit; sie sind zuweilen krystallinisch, und man kann nachweisen, daß einige Schichten auf einer Seite ganz die Textur und innere Anordnung der Theilchen haben, wie alle aus dem Wasser abgelagerten Gesteine, und daß dieselben Schichten in ihrem weiteren Verlauf eine auffallende Veränderung erleiden und endlich krystallinisch werden.

Man pflegt diese eigenthümliche Erscheinung so zu erklären, daß die von außen her auf die erstarrte, aber immer noch heiße Erdkruste in weiten Strecken abgelagerten Sedimentgesteine mit der geschmolzenen und durchwässerten Erdmasse in Contact geriethen und so selbst in feurigen Fluß gebracht wurden, aus welchem sie dann nach abermaliger Abkühlung krystallinisch fest geworden.

Unzweifelhaft war zu jener Zeit der Glühungs- oder Schmelzungsprozeß im Innern der Erde noch lange nicht beendet, es entstanden Verschiebungen der glühenden Massen — wer mag wissen, durch welche Ursachen; es wurden Stellen der Erdoberfläche wieder eingeschmolzen, wie

noch jetzt durch Erdbrände ähnliche Veränderungen vorkommen, wie sie thatsächlich in viel späteren Perioden, als von denen gegenwärtig die Rede ist, noch vorgekommen sind. Durch solche stellenweise vor sich gehende Temperaturerhöhungen schmolzen Sedimentgesteine ein und erstarrten späterhin zu krystallinischen Schiefergesteinen, wie Gneus (ein krystallinisch-schieferiges Gemenge von Glimmer [Phengit], Quarz- und Feldspath, in welchen nebenbei noch Hornblende, Andalusit, Schörl, Granit und andere Gesteine auftreten), wie Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und andere.

Es ist sehr begreiflich, daß bei so tumultuarischen Prozessen die Schichtgesteine nicht in ihrer ursprünglichen Lage verblieben; sie haben zwar nach und nach die ganze Oberfläche bedecken müssen, allein sie sind durch die unten liegenden geschmolzenen Gesteinmassen auf die mannichfaltigste Weise in ihrer Lagerung gestört worden. Die Lager sind aufgerichtet, mehr oder minder steil, ja wohl sogar senkrecht gestellt worden, so daß sie, wie man in der Bergmannssprache zu sagen pflegt, auf dem Kopfe stehen.

An allen Schichten unterscheidet man nämlich das Liegende, die Sohle der Schicht, das Hangende, dasjenige, was oben liegt, und endlich dasjenige, was, wenn man eine langgestreckte Schicht senkrecht durchschneidet, das Ende der Schicht bildet, das Ausgehende, was auch der Kopf genannt wird. Eine Schicht kann ferner ganz horizontal liegen, dann heißt sie ebensöhlig, oder sie kann irgend eine beliebige Neigung haben, dann heißt sie so oder so geneigt, oder endlich kann sie so stehen, daß, vom Ebensöhligen ausgehend, die Aufrichtung dergestalt zunimmt, daß die andere Grenze erreicht wird, daß ihre Seiten mit dem Loth, der senkrechten Linie parallel sind, dann heißt sie stehend oder auch auf dem Kopfe stehend. In der Bergmannssprache haben übrigens die beiden Ausdrücke: „das Hangende“ und „das Liegende“ noch eine andere Bedeutung; dasjenige, was über einer gewissen Schicht liegt, heißt ihr Hangendes (es hängt über ihr), und dasjenige, worauf eben jene Schicht liegt, heißt ihr Liegendes (es liegt unter ihr).

Wenn die ursprüngliche Erstarrungsschicht mit Wasser überdeckt werden konnte, wenn dieses Wasser einen Theil der erstarrten Masse theils auflöste, theils nur mechanisch zerkleinerte, fortriß und, indem es theils erkaltete, theils verdunstete, weniger fähig war, die ganze aufgelöste Masse in seinem Schooße zu beherbergen, sie endlich fallen ließ, so waren dies die ersten abgesetzten, d. h. Sedimentgesteine, und wenn nun die Zusammenziehung der Erdkruste, durch die Abkühlung nothwendig herbeigeführt, ein Bersten derselben an vielen Stellen und ein Emporquellen der darunter liegenden, geschmolzenen Masse zur Folge hatte, so mußte ebenso noth-

wendig die innere geschmolzene Masse aus allen Spalten hervordringen, und dies waren denn die ersten Eruptivgesteine.

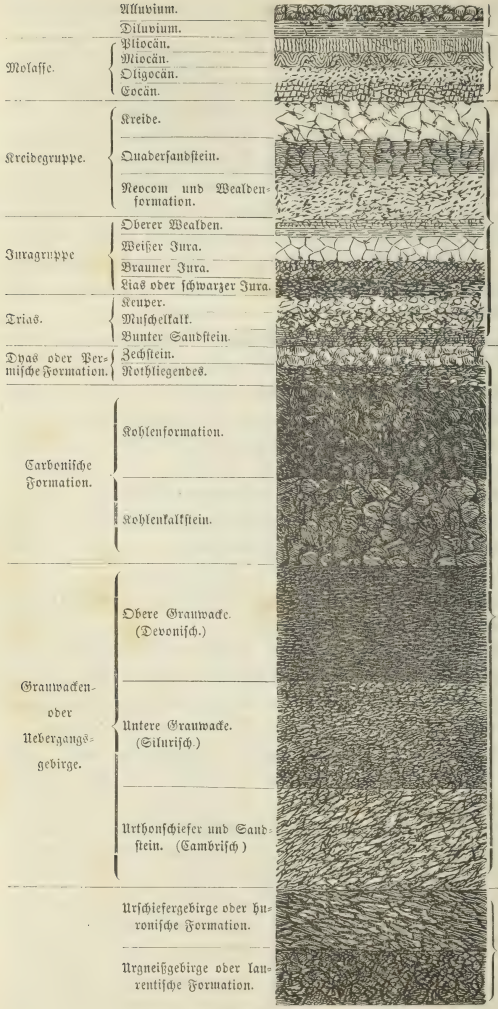
Wir haben bereits bemerkt, daß höchst wahrscheinlich eine Schichtung der geschmolzenen Masse im Innern der erstarrten Erdrinde vor sich ging; es wird demnach begreiflich sein, daß, wenn etwa diejenige Masse, welche der Erdrinde am nächsten liegt, gleichfalls erstarrt, und nun eine unter ihr liegende, noch flüssige sich nach oben zu Bahn bricht, andere Stoffe zum Vorschein kommen; es wird alsdann auch begreiflich, daß die Gewässer, welche in ihrer Thätigkeit keinen Augenblick nachlassen, jetzt, nach solchen erneuerten Durchbrüchen, andere mannichfaltigere Stoffe aufgelöst oder beigemischt enthalten, und daß folglich die von ihnen abgelagerten Gesteinmassen sowohl anderer Beschaffenheit als überhaupt weniger einfacher Zusammensetzung sind.

Was wir hier als wahrscheinlich voraussetzen, das muß, wenn es richtig ist, durch die Beobachtung, durch die Erfahrung bestätigt werden, und so ist es auch. Die krystallinischen Schiefergesteine bilden einen festen Punkt, von dem auf- und abwärts gezählt immer neue Gesteinmassen entdeckt werden: nach oben zu, über ihnen, Sedimentgesteine von sehr verschiedener Zusammensetzung und um so mannichfaltigere, je höher; unter ihnen Urgesteine, wie sie aus der sich immer mehr abkühlenden Erdmasse durch die Erstarrung und damit verbundene Zusammenziehung ausgepreßt wurden. Nennt man die erstgedachten abgelagerten Massen neptunische, so nennt man die anderen dem Erdinnern zugehörigen plutonische.

Stellt man sich einen Durchschnitt der Erdkruste vor, so würde sich dieser Durchschnitt folgendermaßen verhalten:

Zuerst fände man dasjenige, was die äußerste Oberfläche der Erde bedeckt, Erde, Sand, Lehm; man bezeichnet dieses mit dem Namen Alluvium, aufgeschwemmtes Land, welchem auch die Torfmoore angehören. Man kommt nunmehr auf ein Gemisch von sehr grobem Sande, von Kies, Granitklumpen, meist abgerundet, gewissermaßen geschliffen, welche man erratische Blöcke nennt, sie liegen namentlich in den dem Meere nahen Ebenen häufig obenauf ohne Bedeckung; ferner Schichten aus Sand und Thon, Lehm, Löß, aus Höhlenschlamm, aus Knochenbreccie, d. h. Knochenstücken von vorweltlichen Thieren, durch eine thonige oder kalkige Masse verbunden. Diese Gebilde gehören dem Diluvium an.

Die bisher genannten Schichten bezeichnet man gewöhnlich mit dem Gesammtnamen „Quaternärformation“; sie alle danken dem Wasser oder dem Eise ihre Entstehung, ihre Anhäufung; die Höhe, auf welcher sie gefunden werden, läßt nicht gerade immer den Schluß zu, daß bis zu dieser Höhe das Meer gegangen sei, es kann sehr häufig die Ablagerung



Ideale Reihenfolge der Erd- und Steinschichten.

in niedrig gelegenen Ebenen, in Meeresthälern stattgefunden haben, und diese Strecken sind dann nach vielen Jahrtausenden durch unterirdische Kräfte gehoben, in die Höhe getrieben worden. Diese Bildungsperioden sind dadurch ausgezeichnet, daß in ihnen sichere Spuren von der Existenz des Menschen aufbewahrt sind, welcher damals zugleich mit dem Mammuth, dem Höhlenbären, der Höhlenhyäne, dem Riesenhirsch u. a. lebte.

Die nächsten Gesteinschichten bezeichnet man mit dem Gesammtnamen der Molassegruppe, rechnet sie gewöhnlich zur früheren tertiären Formation und unterscheidet sie von unten auf in eocene, miocene und pliocene Gebilde; eocän (von Ἠώς, Morgenröthe) bezeichnet die früheste, miocän die mittlere und pliocän die späteste Ablagerung, und zwischen den beiden letztgenannten unterscheidet man wohl auch noch das Oligocän. Französische und englische Geognosten haben diese Ablagerungen dahin unterschieden, daß die oberste, der Gegenwart am nächsten liegende Formation Reste von Thieren aufbewahre, welche mit den noch lebenden so sehr übereinstimmen, daß man sagen kann, wenigstens siebzig, auch wohl neunzig Procent aller gefundenen gehören noch jetzt den die Erde bevölkernden Geschöpfen an. In den weiter abwärts liegenden Schichten sinkt die Anzahl solcher auf viel weniger, als bis zu vier Procent hinab.

Die Quaternär- und Tertiärformationen bezeichnet man auch nach der Art der Organismen, welche damals lebten und im Allgemeinen den Charakter der Lebewelt der Gegenwart an sich trug, als känozoische, gleichsam als die Neuzeit des Lebens auf Erden.

Unter jenen Formationen liegt in zahlreichen Schichten die Secundärformation, deren oberstes Glied die Kreide mit vielen eingesprengten Feuersteinen ist.

Man würde jedoch — wie bereits früher bemerkt ist — sehr irren, wollte man annehmen, um zur Kreide zu gelangen, müsse man alle die genannten Schichten durchbohren oder abräumen, dies ist gar nicht der Fall; sehr häufig treten die tertiären Formationen zu Tage, ohne von den Diluvial- und Alluvialgebilden bedeckt zu sein; sehr häufig tritt die Secundärformation zu Tage, ohne daß ein einziges Glied der Tertiär- oder Quaternärformation über ihr liegt, so auf der Insel Rügen, so auf dem dänischen Seeland, so an der Südküste von England; ja dies geht noch viel weiter abwärts, denn in der Schweiz kommt die Juraformation, in Württemberg die Lias- und die Keuperformation, in Thüringen die Formation des Rothliegenden zu Tage. Wir haben hierüber bereits gesprochen, doch kann man es nicht oft genug wiederholen, indem der Laie in dieser Wissenschaft sich gar leicht verführen läßt, dasjenige, was aus tausend einzelnen Beobachtungen als Regel abstrahirt worden ist, in jedem einzelnen Falle als nothwendig

anzunehmen, da es doch nur das Resultat einer idealen (nirgends wirklich im Zusammenhange, sondern immer nur gruppenweise vorkommenden) Zusammenstellung ist.

Hätten wir nun eine solche wirklich vor uns, so würden wir, nachdem die obersten Schichten durchbrochen sind, nunmehr auf die Kreide, als oberstes Glied der Secundärformation, stoßen; darunter liegt der Quadersandstein, unter diesem folgt die Neocomien- und die Wealdengruppe (nach der englischen Landschaft Weald), Benennungen für sandigen Schiefer mit wenigen Versteinerungen, für grauen Kalkstein, graublauen Mergel, grünen Mergel, dunklen Schiefer und Mergelkalkstein; dieselben bestehen zum Theil aus Seewasser-, zum Theil aus Süßwasserbildungen und bilden häufig, doch nicht immer, die Unterlage der Kreide. Noch tiefer liegt die Juraformation, nach dem Juragebirge, in welchem sie ganz besonders vorwaltet, so benannt; sie umfaßt Grobkalk und Korallenkalk, den eigentlichen Jurakalkstein, lithographischen Kalkstein, braunen Sandstein mit Eisenerzen und verschiedene Thon- und Mergelarten. Zuunterst liegt die Liasformation oder schwarzer Jura, gleichfalls aus Kalk-, Sand- und Thonstein und bituminösem Schiefer bestehend. Unter der Juraformation treffen wir auf die Trias. Sie wird zuoberst gebildet durch die Keuperformation, welche Kalk, rothen Thon, weißen und grauen Sandstein, Gips und sowohl Lettenkohle (eine thonige, nicht gut brennende Braunkohle) als andere Kohle enthält. Hier begegnet man also zuerst den Pflanzenresten der Vorwelt in so großen Massen, daß sie Kohlenlager bilden.

Immer weiter abwärts steigend, folgt nun der Muschelkalk (davon so benannt, daß in seiner Masse Muschelschalen in großer Menge vorkommen, stellenweise ihn ganz zu bilden scheinen), dann der bunte Sandstein, ein vortrefflicher Baustein, gewöhnlich von schöner, hochgelber Farbe mit helleren und dunkleren Streifen, beinahe marmorartig aussehend, nur nicht polirbar wie dieser. Der Buntsandstein bildet also die unterste Schicht der Triasformation, und mit ihr schließt nach unten hin die Secundärformation ab. Von der Trias bis zur Kreide lebt eine Fauna, welche der känozoischen bei aller Aehnlichkeit sehr fremdartig gegenübersteht, sie bildet gleichsam das Mittelalter der Lebewelt, und man faßt demnach jene Formationen oder Perioden als mesozoische zusammen.

Dem bunten Sandstein ging die Dyas oder die peanische Formation voraus, welche gebildet wird aus der Zechsteinformation, die aus dem bituminösen Kalkstein, der den Namen Zechstein führt, aus Letten, Gips und Steinsalz, Mergelschiefer, Kupferschiefer und weißem oder grauem Sandstein besteht, und aus dem Rothliegenden, welches im Wesentlichen aus röthlichem Sandstein besteht und bereits früher (S. 117) characterisirt worden ist.

Alsdann folgt die mächtige Kohlenformation, bestehend aus den eigentlichen Steinkohlenflötzen und dem Kohlenkalkstein neben Thon- und Kieselschiefer.

Unter der Kohlenformation befindet sich das Grauwacken- oder Uebergangsgebirge, deren jüngere Schichten nach englischer Bezeichnung die devonische und deren ältere Schichten die silurische Formation genannt werden. Mit der letzteren ist das Leben bereits sehr rege, und sie umfaßt bis zur Dyas wiederum eine eigenartige, im Vergleich zur Gegenwart sehr unvollkommene Lebewelt, nach deren Alter man die genannten Formationen oder die Perioden, welche sie repräsentiren, als paläozoische oder auch als primäre bezeichnet.

Unterhalb derselben liegt eine Schicht von grauen Conglomeraten, Thonschiefern, quarzithaltigen Sandsteinen, Quarziten (Potsdam-Sandstein genannt), welche man nach ihrem Hauptablagerungsgebiete in Wales oder Cambria die cambrische Formation nennt. Dieselbe, welche eine Mächtigkeit bis zu 26 000 Fuß hat, wird bald als selbstständig, bald als unterstes Glied der Silurformation, bald als oberstes des Urschiefergebirges angesehen. Unter diesem oder der huronischen Formation (Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer) liegt als letztes Sedimentgestein das Urgneißgebirge oder die laurentische Formation. Während der Periode dieser Bildungen war das Leben, wenn überhaupt, sehr spärlich vorhanden. Man neigte früher zu der Ansicht, daß damals noch keine Organismen existirten, und ihre Existenz während der laurentischen Formation wird auch jetzt noch stark angezweifelt, und man nannte diese Periode die azoische; um aber nichts zu präjudiciren und die Frage nach der Existenz der Organismen während derselben weiteren Forschungen offen zu lassen, ist es besser, sie archäische oder auch Primordialperiode zu nennen.

Was nun noch abwärts liegt, ist das unveränderte, den Kern der Erde umschließende plutonische Gestein, dessen Beschaffenheit wir kennen, und das in seinen Mischungen als Granit, Porphyr, Basalt, Lava u. s. w. in vulkanischen Gegenden theils noch jetzt zu Tage kommt, theils in den Urgebirgen ansteht in Massen, welche einst vor Millionen Jahren die unfertige Erdrinde durchbrochen, verschoben und mannichfaltig umgestaltet haben.

Haben wir hier auf den letzten Seiten ein Schema der Ablagerungen aufgestellt, so müssen wir nunmehr die einzelnen Schichten und Formationen durchgehen und zeigen, wie dieselben von einander zu unterscheiden, wie sie zu erkennen sind; es leiten hierbei — da sehr häufig die Gesteine an sich von beinahe ganz gleicher Beschaffenheit sind — die organischen Reste; da diese großentheils Muscheln sind, so nennt man solche die Bestimmung des

Alters der Schichten erleichternde Versteinerungen „Leitmuscheln", auch wenn sie nicht gerade Muscheln oder Schnecken sind.

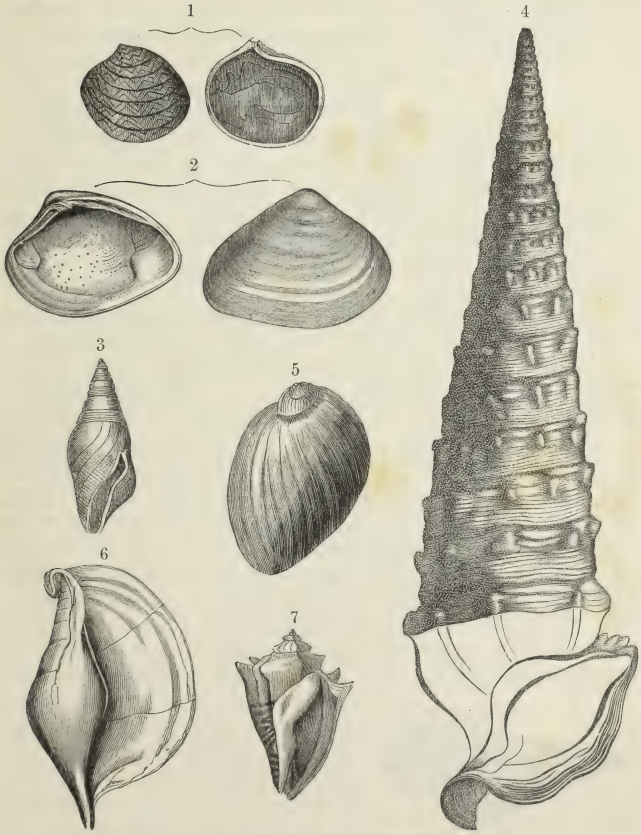
Die obersten Schichten, die Alluvionen oder Anschwemmungen, durch welche sich die letzte in der Gegenwart fortdauernde Umgestaltung der Erdoberfläche vollzog, und denen unter Anderem die Deltabildungen zuzuschreiben sind, enthalten gewöhnlich keine eigentlichen Versteinerungen, wohl aber organische Reste von Pflanzen und Thieren der Gegenwart; die Torfmoore, die Humusablagerungen sind solche. Während der Alluvialzeit machte sich der Mensch zum Herrscher der Erde, und seine Culturarbeit wirkte verändernd auf Pflanzen- und Thierwelt. Auch die Schicht der erratischen Blöcke, mag sie dem Alluvium oder Diluvium angehören, entbehrt der Versteinerungen aus *ihrer* Zeit; denn sie besteht aus Trümmern von Gesteinen aller Art, welche durch die Gletscher oder Eismeere der Diluvialzeit oder durch die Fluthen der Alluvialseen und Flüsse transportirt, fortgeschwemmt und an anderen Orten abgelagert sind und nicht selten die für dieselben charakteristischen Versteinerungen enthalten.

Dagegen enthält der *Diluviallehm* Versteinerungen in Menge, und zwar mit wenigen Ausnahmen Reste von solchen Thieren, die der Gegenwart angehören. Den Beginn der Diluvialzeit charakterisirt das Hereinbrechen eines strengeren Klimas, die Eiszeit, welche sich von Norden her verbreitete. Die Thiere höherer Breiten wurden durch die fortschreitende Vergletscherung des Erdbodens in südlichere Gegenden gedrängt und lebten hier in buntem Durcheinander auf verhältnißmäßig geringen Strecken mit den daselbst einheimischen Thieren. Manche Geschlechter, welche sich den veränderten Bedingungen nicht anzupassen vermochten, sind ausgestorben, wie der Riesenhirsch, das Mammuth, das Riesenfaulthier u. a. Erst in der zweiten Hälfte der Diluvialzeit trat wieder ein milderes Klima ein, die Gletscher zogen sich zurück, schmolzen allmählich, und nachdem die durch Schmelzung der gewaltigen Eismassen entstandenen Wasserfluthungen (Sintfluth) sich Bahn gebrochen hatten nach dem Ocean hin, nahm allmählich die Erdoberfläche ihre gegenwärtige Configuration an und bildeten sich die der Gegenwart entsprechenden Klimazonen heraus, wodurch denn auch die Vertheilung der Lebewelt eine der Gegenwart immer näher kommende wurde. Daß auch der Mensch bereits zu jener Zeit lebte, haben wir schon früher bemerkt.

Die Tertiärformation, welche Pliocän, Miocän, Oligocän und Eocän als Unterabtheilungen umfaßt, bietet nur noch sehr wenige Säugethiere dar, unter diesen aber ganz wunderbare, ungeheuerliche Formen, wie die in diesem Buche bereits angeführten, die Dickhäuter, das Mastodon, das Dinotherium, das Siwatherium und andere; desto mehr Saurier, eidechsenartige

Amphibien, von einer furchtbaren Bewaffnung zu Schutz und Trutz, gepanzert von der Spitze der Schnauze bis zur Spitze des Schwanzes. Das Titelbild zeigt solche Ungeheuer in ihrer muthmaßlichen Gestalt.

Die Leitmuscheln für diese Formation sind nachstehend abgebildet und beschrieben:



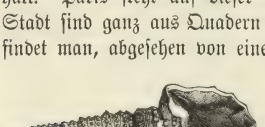
Leitmuscheln der Tertiärformation.

Figur 1 ist die Nucula, eine kleine, scharf gezähnte Muschel, welche in

dem Liaskalk in ungeheurer Menge vorkommt. Figur 2 zeigt Cyrene cuneiformis, zur Familie der Erbsenmuscheln gehörig, dreieckig gestaltet, dicke Muscheln mit je drei Schloßzähnen. Figur 3 ist eine Pleurotamaria, deren eigenthümliche Gestaltung auf den ersten Blick auffällt; diese zu den Purpurschnecken gehörige Gattung hat nämlich statt der gewöhnlichen runden Oeffnung einen langen schmalen Schlitz. Figur 4 ist Cerithium giganteum, mit thurmförmigen, gewundenen, zugespitzten Gehäusen. Das Geschlecht der Cerithien, welches einige hundert Arten zählt, kommt im Grobkalke in so großer Menge vor, daß viele zu Bausteinen benutzte Schichten desselben fast ganz aus ihnen zu bestehen scheinen. In Figur 5 sehen wir eine Natica, die Schnecke zeichnet sich durch ungemein schnelles Abnehmen der Windungen aus. Figur 6 stellt die Rostellaria dar und zwar in der Species, welche Macroptera heißt, wegen des großen flügelartigen Lappens an der Mündung. Figur 7 endlich ist die Voluta athleta, eine Schnecke, welche sich durch ihre eigenthümliche Gestalt sowohl als durch ihre schönen Farben (die allerdings im Holzschnitt nicht wiederzugeben sind) auszeichnet.

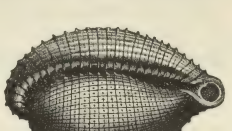
Es ist von Wichtigkeit, dieselben zu kennen; da nämlich die Gesteine, welche die verschiedenen Schichten bilden, über die ganze Erde verbreitet und keineswegs gleichartig sind (zu der Tertiärformation gehören der gelbe Süßwasserkalk, blaue und gelbe Faluns, d. h. muschelreiche Kalksteine, Mergel und Sandsteine, die eigentliche Molasse, dies ist feinkörniger, grauer Sandstein, woraus z. B. der Löwe von Luzern gemeißelt ist, ferner grauer Süßwasserkalk, Grobkalk, weißer Süßwasserkalk, Muschelsandstein, gipsführender Mergel, Meeressand und plastischer Thon) so dienen die überall darin vorkommenden Muscheln bestimmter Arten dazu, die Gleichzeitigkeit der Niederschläge darzuthun.

Eine der wichtigsten und ältesten Schichten der Tertiärformation ist der Pariser Grobkalk, welcher eine große Anzahl von Versteinerungen enthält. Paris steht auf dieser Formation, und die Häuser der gewaltigen Stadt sind ganz aus Quadern von Grobkalk gebaut. In den Steinbrüchen findet man, abgesehen von einer reichen Ausbeute von Säugethieren, unter den Schalthieren zwei der schönsten. Die nebenstehende, eine sechskantige, spitz zulaufende Schnecke kommt mit ihren zahlreichen Verwandten in diesem Kalkstein so häufig vor, daß manche Bausteine ganz und gar aus diesen Schnecken zu bestehen scheinen, indem das Bindemittel auch nichts Anderes ist, als eine neue Menge solcher Schnecken oder Bruch-



Cerithium hexagonum.

stücke ihrer Schalen. Eine andere ist die sogenannte Porzellanschnecke, deren Nachkommen, gleich denen der vorigen Familie, noch jetzt die Meere der heißen und gemäßigten Zone bewohnen.



Cypraea elegans.

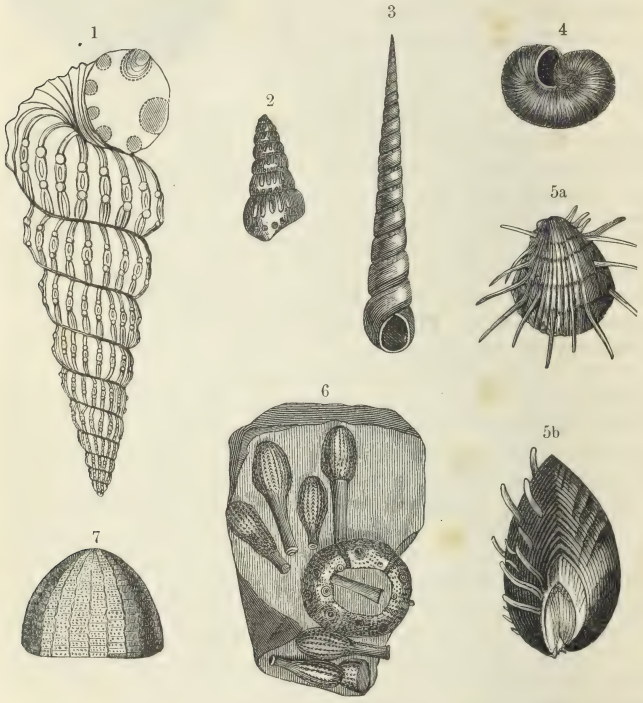
Die unmittelbar unter der Tertiärformation liegenden Gesteinschichten faßt man, wie erwähnt, unter dem Namen der Secundärformation zusammen und theilt sie von oben herab in die Kreide-, die Jura- und die Triasgruppe.

Auch hier tritt, wie überall, die Art des Gesteines als untergeordnet in den Hintergrund; Kalk, Thon, Kiesel wiederholt sich in den verschiedensten Formen als Kreide, als Jurakalk, Grobkalk, Muschelkalk, als Schiefer und Sandstein; man wird also auch das Alter der Gesteinschichten keineswegs aus den Steinen selbst, als vielmehr aus den Leitmuscheln bestimmen, und diese sind für das oberste Glied der Formation, für die Kreide (die jüngste, der Gegenwart nächste Ablagerung von kohlensaurem Kalk), welche in ihren obersten Ablagerungen vorzugsweise außerordentlich viele Feuersteine enthält, sehr viele Meeresmuscheln, woraus man sieht, daß die Kreide gewöhnlich kein Süßwasserkalk ist.

Fig. 1 (s. folg. S. ist eine der schönsten Schnecken, die es giebt, Turrilites (Thürmchen) catenatus, zu den Kephalopoden gehörig; die Verzierungen auf der Schale sind wie von Künstlerhand vollkommen regelmäßig ausgemeißelt. Zwei andere Species, Turrilites costatus und Turritella conoidea, finden sich unter Figur 2 und 3 dicht dabei; von diesen zierlichen Schnecken ist der Marmor in Sussex in ganzen Gebirgsstrecken durchsetzt, sie bilden beim Schleifen desselben mannichfaltige Zeichnungen, je nachdem sie durchschnitten sind. Die erstere, links, gehört zu den schönsten Gebilden dieser Art in der Kreideformation; wie die Verzierungen an einem korinthischen Gesims laufen Tropfen und ovale Erhöhungen (Rippen) völlig regelmäßig rund um alle Windungen bis zur Spitze.

Figur 4 zeigt einen Scaphites, einen Kephalopoden, welchen Mancher, namentlich L. v. Buch, für einen verkümmerten Ammoniten hält, wie denn alle Scaphiten in der Jugend völlig den Ammoniten gleichen. Figur 5, Plagiostoma oder, wie die allgemeine Bezeichnung gegenwärtig lautet, Spondylus spinosus, und zwar a Rückenansicht, b Seitenansicht, eine der schönsten, sichersten Leitmuscheln für die Kreideformation; die äußerst regelmäßig gerippte Schale ist so glatt wie Perlmutter, eigenthümlich sind jedoch die langen Dornen oder Stacheln auf der Unterschale, deren Zweck man nicht errathen kann; als Waffen sind sie unbrauchbar, weil sie beim leichten Druck schon abbrechen. Figur 6 zeigt die Cidarites claviger, der

auf dem Stein liegende Kranz ist das Thier; die Strahlenthiere alle haben mehr oder weniger auffallende Stacheln von verschiedener Form, die Strahlen dieser Cidaris sind keulenförmig und liegen abgebrochen neben dem Kranz. In derselben Formation zeigt sich Figur 7, Ananchytes ovatus;



gleichfalls ein Sternthier, eirund, mit einem von unten nach oben bogenförmig sich verschmälernden Profile.

Wie wir aus dem oben angegebenen Schema ersehen, folgt gewöhnlich unter der Kreide der Quadersandstein, er ist jedoch häufig ohne die vorgedachten Bedeckungen, liegt ganz frei zu Tage oder hat nur eine oder einige der Schichten über sich. Sehr schön ist der Quadersandstein in der sächsischen Schweiz vorhanden, wo er offen zu Tage liegt; in West-

phalen und Belgien sind viele ähnliche Bildungen, der Grünsandstein in England und Frankreich schließt sich hier an, auch in den Schweizeralpen findet man mächtige Ablagerungen.

Die Kreide, der Quadersandstein und die Neocomienbildung (gelber Kalkstein, graublauer Mergel und sandiger Schiefer) gehören, innig zusammenhängend, einer und derselben Gruppe, der Kreideformation, an, darum so benannt, weil die Kreide das Hauptglied dieser Bildung ist. Die Muscheln, welche in diesen ganz verschiedenen Steinen vorkommen, sind die soeben genannten; sie zeigen, daß die Entstehung dieser verschiedenen Schichten verhältnißmäßig nahe auf einander folgte oder neben einander vor sich ging, und daß allein die Stoffe, welche das Wasser zur Verkleinerung vorfand, den Unterschied bedingen, während die organische Natur, überall dieselbe, durch ihre Ueberbleibsel die Epoche der Bildung andeutet.

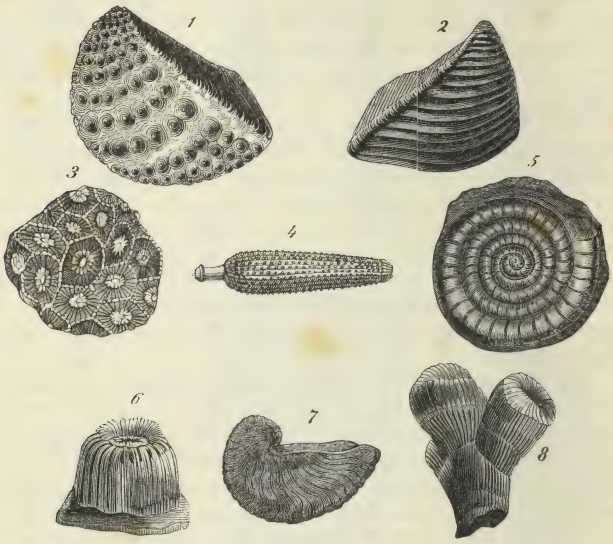
Unter der Kreidegruppe ruht eine Süßwasserformation, die Wielden-, Wealdon- oder Wäldergruppe. Sie ward zuerst in England aufgefunden, ist jedoch sehr weit verbreitet und lagert z. B. in Westphalen, in Sachsen, in der Gegend von Wien und an anderen Orten. Die vielen Süßwasser- und Land-Organismen, welche man darin findet (besonders zahlreiche, wohlerhaltene Landpflanzen), zeigen an, daß zur Zeit ihrer Bildung die Gegend, in welcher sie gefunden werden, über dem Meere erhoben stand, sich mit Vegetation bedecken, Landthiere aufnehmen konnte; daher man in dieser Formation auch Kohlen findet und z. B. in Westphalen darauf Bergbau betreibt.

Die unter diesen Schichten ruhenden Gesteine bilden eine neue Gruppe, die von dem Juragebirge benannte Juraformation. Das gedachte Gebirge enthält sie am vollständigsten und ist in seinen obersten Straten aus hellfarbigen Kalksteinen und Dolomiten, in seinen unteren aus braunem Thon, Sand- und Roggensteinen zusammengesetzt. L. v. Buch hat drei Abschnitte unterschieden, weißen, braunen und schwarzen Jura, und auf die Autorität des berühmten Mannes hin hat man mit um so größerem Eigensinn an dieser Eintheilung festgehalten, je weniger sie den praktischen Erfunden entsprach. Brauner und schwarzer Jura sind der Farbe nach schon gar nicht zu unterscheiden, der weiße Jura ist grau, und die verschiedenen Juraformationen folgen sich keineswegs in einer bestimmten Regel.

Die Versteinerungen, welche man als Leitmuscheln betrachtet, sind folgende:

Fig. 1, (auf folg. S.) eine ausgezeichnete Muschel, die Trigonia, die ihren Namen der dreieckigen Form verdankt, und welche lebend nur durch eine einzige Species vertreten ist, in der Vorwelt aber sehr häufig und in vielen Arten

vorhanden war, auch Figur 2 gehört dazu; die eine ist in langen Reihen schön und regelmäßig punktirt, mit Warzen besetzt, die andere hat regelmäßig verlaufende Rippen, sie heißt daher Trigonia costata. Fig. 3, 6 u. 8 gehören zu den Korallenbauten dieser Formation; Fig. 3 ist die Astraea ananas, so benannt wegen der eigenthümlichen Form der Gehäuse des Thieres, welche den Warzen der Ananas ähnlich sind; Figur 6 ist Anthophyllum atlanticum, auch ein Gehäuse, das Thier hat den Raum zwischen zwei Scheidewänden bewohnt, ein solcher Stock beherbergte also eine zahlreiche



Leitmuscheln der Juragruppe.

Familie. Sehr nahe damit verwandt ist Figur 8, eine Caryophyllia, Nelkenkoralle, größere Stämme mit Verzweigung bildend. Figur 4 gehört unter die Echiniden, es ist Cidaris Blumenbachii. Figur 5, Ammonites Conybeari, eines der schönsten Ammonshörner, in dem Liaskalk liegend und sehr häufig vorkommend. Figur 7, Gryphaea incurva, gleichfalls im Lias, eine Austernart mit besonders hochaufsteigendem Schloß, so daß man sie beinahe für eine Schnecke halten möchte.

An einer beschränkten Stelle, die sicher in dem jurassischen Meere eine stille, wenig tiefe Bai darbot, deren schlammige Ufer nur allmählich sich unter die Wasserfläche senkten, in der Grafschaft Pappenheim (im Rezatkreise des Königreichs Baiern), findet sich ein eigenthümliches Gebilde schieferiger Kalksteine von äußerst feinem Korn, compacter Structur, ohne Spaththeile oder Adern, welche in der Nähe von Solenhofen und Kelheim in ungeheurer Menge als lithographischer Schiefer ausgebeutet werden und seit Erfindung der Lithographie einen Hauptindustriezweig des Ländchens bilden. Diese Platten, welche eine Art Schale über dem Korallenkalk ausmachen, liegen in der Grafschaft Pappenheim wagerecht und umschließen eine große Menge eigenthümlicher Fossilien, von denen am berühmtesten der Pterodactylus, eine fliegende Eidechse, und Archaeopteryx, der älteste Vogel, sind, und deren Erhaltung auf eine sehr große Ruhe während der Bildung hinweist, indem sogar Insekten und andere sehr zarte Körper sich versteinert finden. Die lithographischen Schiefer sind offenbar eine ganz locale Bildung, die den oberen Schichten des Korallenkalkes angehört und gerade sich hier so ausgezeichnet darstellt, weil die in einer höchst ruhigen Meeresbai gebildeten Schichten sich später nicht durch Hebungen zersplittert und modificirt haben. Der Portlandkalk der Schweiz bietet an vielen Orten in seinen unteren Schichten dasselbe Korn, dieselbe feine compacte Masse dar, wie die lithographischen Schiefer, es ist aber nicht möglich, ihn zur Lithographie zu benutzen, da die mannichfaltigen Hebungen ihn so sehr zersplittert haben, daß man keine größeren Platten findet.

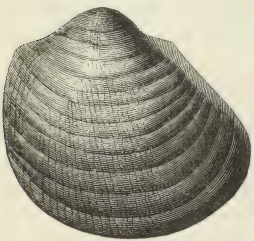
Der oberste, sogenannte weiße Jura besteht meistens aus Korallenkalk; er zerfällt in Unterabtheilungen, deren jüngste die schwäbische und fränkische Alp am schönsten zeigt, indeß die darunter liegende ältere sowohl Korallen als Schwämme (Spongitenkalk) umschließt, und der älteste Kalkmergel theils dünne, theils sehr mächtige Kalkbänke und Thonkalke zeigt. Die ganze Schicht des sogenannten weißen Jura ist häufig über 1000 Fuß dick, und es walten darin die Korallen und Stachelhäuter (Echinodermata) vor.

Der braune Jura liegt unter dem weißen, ist mithin älter als dieser, doch in sich selbst keineswegs von gleichem Alter, oder aus einem Zeitraum herstammend, deshalb man auch bei ihm mehrere Schichten unterscheiden muß. Die oberste derselben bildet der Ornamententhon, so genannt von den versteinerten Ammonshörnern, die wie architektonische Verzierungen aussehen; darunter lagern fette, schwarze Thongesteine, dann folgen dunkle Mergel mit vielen Belemniten und blaue Kalksteine, welche sehr hart, ein treffliches Material zu Steinpflaster und zu Fundamentbauten abgeben;

zuunterst liegen Sandsteine, welche, in der Erde ziemlich weich, an der Luft sehr bald erhärten.

Die dritte Hauptabtheilung des Jura, welche L. v. Buch die schwarze nennt, hat zuerst sehr bituminöse Mergelschiefer, in denen die großen Reptilien so häufig vorkommen, daß dort, wo Steinbrüche in einiger Ausdehnung vorhanden sind, beinahe keine Woche vergeht, daß man nicht das Skelet eines Ichthyosaurus aufdeckt. Eine tiefer liegende Abtheilung bilden die grauen Steinmergel oder auch sehr hellfarbige, beinahe weiße Kalksteine, welche an vielen Stellen der württembergischen Alp so zu Tage treten (aller Bedeckung entbehren), daß man geneigt wird, sie mit ihren beinahe regelmäßigen Zerklüftungen, in welche sich Erde und Lehm gesetzt hat, für künstliche Pflasterungen anzusehen. Die Felder sind hierdurch völlig unfruchtbar und gewähren kaum die dürftige Schafweide.

Das unterste Glied dieses sogenannten schwarzen Jura bildet die Liasformation, das sind Schieferthon, bituminöse Schiefer- und Mergelschichten, sogenannter Brandschiefer, aus welchem Oel gewonnen werden kann, harte blaue Kalkmassen, oft von 30 bis 40 Fuß Mächtigkeit, überreich an Versteinerungen, besonders auch an Pflanzen. Daher ist in der Liasformation auch Kohlenbildung vorhanden, und man findet dieselbe bis zur reichlichen Bauwürdigkeit entwickelt in Deutschland, Frankreich, der Schweiz, in Polen und Rußland; selbst die nördliche Hälfte von Amerika zeigt eine dem Lias gleichzeitige Kohlenbildung. Eine für den oberen bituminösen Liasschiefer Deutschlands charakteristische Leitmuschel ist die nebenbei abgebildete Posidonomia, eine flache, gleichschalige Muschel mit concentrischen Reifen.



Posidonomia.

Unter der Juragruppe liegt die Trias, deren nahezu oberstes Glied die Keuperformation ist. In Franken giebt es einen grauen Sandstein, welcher Keuper heißt; dieser ist es, welcher der ganzen Formation, zu der er gehört, den Namen gegeben hat; allein dieser Umstand hat auch zur Folge gehabt, daß man im gemeinen Leben nur von Keupersandstein spricht (so wie man vorzugsweise Kalk im Auge hat, wenn man vom Jura spricht, auch wohl gewöhnlich Jurakalk sagt, vermeinend, es gäbe im Jura nichts Anderes als Kalk), was durchaus falsch ist, da sehr verschiedene Gesteine zur Keuperformation (sowie zu jeder andern) gehören. In Thüringen besteht dieser zuerst aus buntem Mergel mit Gipsstöcken, aus grauem Sandstein, aus Kalkstein, aus braunem Sandstein, Schiefer-

thon und Lettenkohle; in Württemberg aus Sandstein, Mergel, Gips (der erstere mit vielen Pflanzen-, der letztere mit Muschelversteinerungen), aus grauem Kalkstein, Lettenkohle, Schieferthon und Mergelschiefer; in Schwaben aber überhaupt und in größerer Ausdehnung aus allen den gedachten Steingattungen, ferner aus weißem Sandstein, fruchtbarem rothen Thon, gelbem harten Kalkstein und Dolomit, einem mit Kalkspath gemengten Rautenspath von zuckerartig krystallinischem Gefüge.

Es schließt sich an diese Schichten die Formation des Muschelkalkes, welcher in der obern und untern Abtheilung sehr muschelreiche Kalksteine (davon der Name), in der Mitte Thon, Gips und Steinsalz führt.

Der unter dem Muschelkalk liegende bunte Sandstein, der immer mit den beiden vorhergehenden Muschelkalk- und Keuperformationen verschwistert vorkommt, bildet das unterste Glied der Triasgruppe; er selbst, meist von gelber oder bräunlicher Farbe, hat nur wenig Versteinerungen und weist dagegen häufig Fährten vorweltlicher Thiere auf. Noch ärmer an Spuren früherer Organismen sind die den bunten Sandstein begleitenden Decken von rothem und grünem Schieferthon.

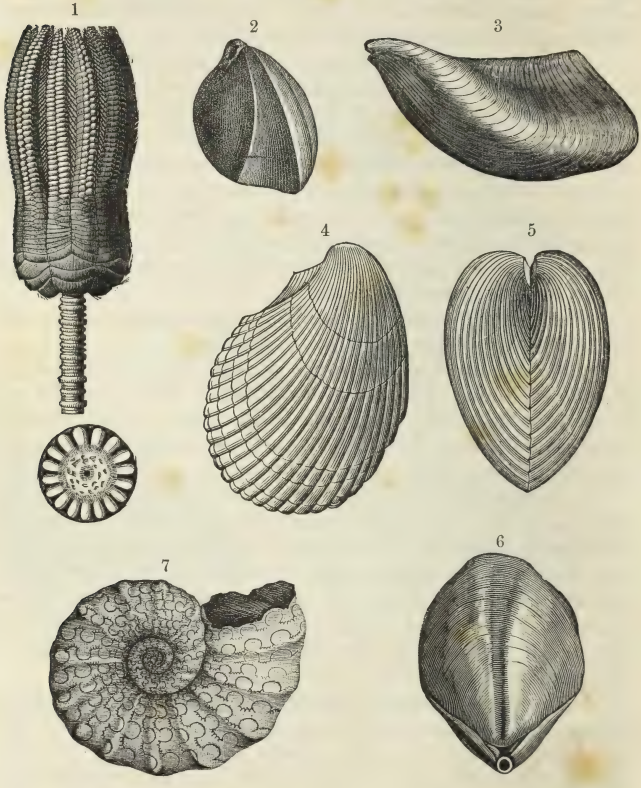
Für diese Schichtungen sind die nachfolgenden Versteinerungen, von Meeresbewohnern herrührend, besonders charakteristisch.

Figur 1 der umstehenden Seite, ein Sternthier, Encrinus liliiformis, zur Familie der Seelilien gehörig, aus dem Muschelkalk. Diesem sowohl als auch der obersten Ablagerung des Buntsandsteins gehören an die Muscheln, 2: Myophoria vulgaris, 3: Gervillia socialis, von welcher die linke Klappe abgebildet ist, und Lima striata, von welcher die Figur 4 eine Rückenansicht, 5 eine Seitenansicht bietet. Figur 6 ist Terebratula vulgaris, von der Bauchseite gesehen, sehr charakteristisch für den Muschelkalk. Dieses zu den Brachiopoden gehörige Thier, von dem es außerordentlich zahlreiche Arten giebt, hat den Namen erhalten wegen des Loches im Schnabel der Muschel; außerdem ist für die Gattung charakteristisch, daß die Randkanten der Rückenschale einen rechten Winkel mit einander bilden. Endlich nennen wir als für den Muschelkalk charakteristisch, Ceratites nodosus (Fig. 7), ein Cephalopod, welcher schon früher (S. 153 f.) beschrieben ist.

Die ganze Triasgruppe ist in Europa sehr allgemein, in Deutschland selbst überaus schön und charakteristisch entwickelt, verbreitet sich auch über Asien und Amerika, jedoch mit etwas anderen Zwischengliedern. In Nordamerika wird sie durch den New red sandstone (neuen rothen Sandstein) vertreten, welcher sich über eine Strecke von mehr als 250 Meilen, stellenweise in einer Mächtigkeit von mehr als 8000 Fuß, zwischen dem Ostabhange der Alleghanies und dem atlantischen Ocean einerseits und an den Rocky Mountains andererseits ausbreitet. In England fehlt der Muschel-

kalk, so daß die Keuperformation sich unmittelbar an den Bundsandstein anschließt.

Der Trias voran ging die Dyas oder permische Formation, bestehend aus den zwei Gliedern: Zechstein oben, und darunter Rothliegendes.

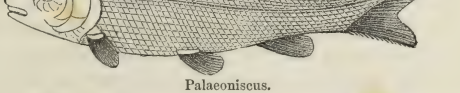


Der erstere, der Zechstein, in Thüringen besonders charakteristisch ausgebildet, hat seinen Namen von den vielen Bergwerken (Zechen), welche darin vorkommen, weil er sehr bauwürdige Erzlager enthält. Um zu diesen

zu gelangen, muß man die Zechen durch die oberen Schichten, bituminösen Kalkstein, gewöhnlich Stinkstein genannt, durch Dolomit, Gips mit Steinsalz, bituminösen Mergelschiefer und einen kupferhaltigen Sandstein, treiben, bis zu dem untersten Gliede dieser Formation, dem Kupferschiefer. — Als eigentliche Leitmuschel kann man nur Productus aculeatus nennen, eine zweischalige Muschel von sehr eigenthümlicher Form, welche wir hier in getreuen Abbildungen geben. Die Muschel, wie sie gewöhnlich gefunden

Productus aculeatus (horridus).

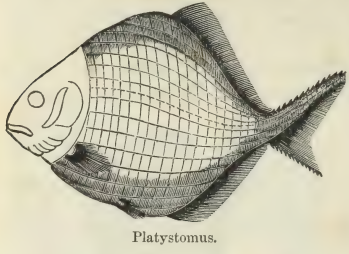
wird, sieht so aus, daß man beinahe glauben sollte, die obere durchlaufende Linie sei ein künstlich aus Metall gebildetes, mit Knöpfen und Spitzen versehenes Charnier. Die Muschel, welche selten so schön erhalten wird, wie das gezeichnete Exemplar, hat scharfe Dornen längs des Charniers. Da diese aber sehr dünn und aus der brüchigen Perlmutterkalk-Substanz gebildet sind, so werden sie sehr leicht abgestoßen, und sie aus umgebenden Steinmassen unverletzt zu lösen, ist ganz unmöglich, daher man immer nur ihre Rudimente, ihre Wurzelstöcke auf der Muschel sieht. Was sonst noch von Muscheln vorkommt, ist verhältnißmäßig unbedeutend; dagegen sind charakteristisch ein paar Fische, Ganoiden oder Eckschupper, mit unsymmetrischem Schwanze, wovon der Palaeoniscus Freislebenii in unzäh-



Palaeoniscus.

liger Menge im Kupferschiefer vorkommt; seine zierliche, schlanke Form fällt auf, allein die eckigen, verschoben viereckigen Schuppen und der unsymmetrische Schwanz unterscheidet ihn doch sehr von den Fischen der Gegenwart. Der zweite, der Platystomus gibbosus, umstehend abgebildet, hat bei ungeheurer Ausdehnung seines schmalen, einen Höcker tragenden Körpers einen sehr kleinen Kopf mit steil abfallender Stirn.

Die Brust- und Bauchflossen sind so klein, daß man kaum begreift, wie er den hochgebauten Körper mittelst derselben hat in der ihm zugehörigen Stellung (er ist kein Plattfisch, wie Flunder und Steinbutt) erhalten können. Die Schwanzflosse geht dagegen in die Rücken- und Afterflossen über, welche beide den Körper beinahe zur vollen Hälfte umgeben.



Platystomus.

Unter dem Zechstein befindet sich das Rothliegende (vieux grès rouge der Franzosen), ein Produkt der Zerstörung früher vorhandener großer Felsmassen, noch so geschichtet, wie die Natur der Sache es erfordert, Geschiebe und Gerölle mancher Art durch ungeheure Fluthen in ungeheuren Massen fortgewälzt, zuunterst endlich, am Ruheorte, die großen Stücke, darüber immer kleinere niederfallen lassend und endlich übergehend in einen grob- und dann zuoberst in feinkörnigen Sandstein. Das ganze Conglomerat ist durch ein thoniges Bindemittel, welches viel rothes Eisenoxyd enthält (daher seine Farbe), vereinigt. Weil es nun auch in Thüringen und Sachsen, im Harz, überall, wo man die ergiebigen Bergwerke findet, unter dem Gestein liegt, in welchem die Erze gefunden werden, so heißt es in der Bergmannssprache das Liegende dieser Erzfundstätten; es ist zugleich das Hangende der Kohlenformation, gehört aber trotz mancher Aehnlichkeiten nicht einer und derselben Periode an. Denn wenn auch in beiden Schichtungen Landpflanzen vorherrschen, und sie deutlich Epochen bezeichnen, in welchen das Meer von dem Erdboden zurückgewichen war, in welchen das Land lange genug trocken lag, um sich mit Urwäldern zu bedecken, um diese untergehen und abermals entstehen zu sehen, lange bevor das Meer von Neuem die Oberhand gewann, so müssen doch zwischen dem Ende der Steinkohlenformation und der Ablagerung des Rothliegenden große Erschütterungen vor sich gegangen sein, insbesondere Porphyreruptionen, welche zum Theil die Gesteine zertrümmerten, die das Material zur Bildung des Rothliegenden abgegeben haben. Zwar dauerte die Trockenlegung des Bodens, durch welche die Steinkohlenflora fast vollständig zu Grunde ging, fort, oder der Boden blieb wenigstens auch später noch trocken, so daß jene Pflanzenwelt nur kümmerlich ihr Dasein fortsetzte. Aber allmählich trat eine Senkung des Bodens ein, und das Meer gewann schließlich wieder die Oberhand; daher finden wir in den unteren Schichten der Dyas, also im Rothliegenden, vorzugsweise Süßwasserbildungen, wie

in den oberen Schichten der Steinkohlenformation; dagegen in den oberen Ablagerungen der ersteren, in der Zechsteinformation, wiederum Meeresgebilde wie in den unteren Schichten der Steinkohlenformation.

Zur Charakteristik dieser Formationen dienen nicht Muscheln (Leitmuscheln), sondern Blätter und Stämmchen oder Früchte einiger Pflanzen, die man jedoch in diesem Falle auch Leitmuscheln nennt; sie sind in der nächstehenden Abbildung gegeben:

Pflanzen der Steinkohlenformation.

Figur 4, 5, 6 und 7 sind Farren, sie kommen am häufigsten vor; Fig. 4 ist Neuropteris mit einfachem Blatte am Wedel; Fig. 5 Sphenopteris mit ausgezacktem Blatt, beide dadurch von den andern unterschieden, daß sie mit einem Stiele (Blattstiel gewissermaßen) versehen sind, indessen doch eigentlich das unter dem Blatte querlaufende Stück der Blattstiel ist, an welchem die Querblättchen sitzen; Figur 6 und 7 sind Pecopteris und Odontopteris, bei denen das Blatt ohne Stiel an dem Hauptstiel des Wedels festsitzt, wie bei den meisten Farren. Man unterscheidet dieselben sonst, wie alle Pflanzen, nach Blüthe und Frucht; da diese jedoch ungemein zart und bei den versteinerten Pflanzen, mit seltenen Ausnahmen, fast immer zerstört sind, so muß man sie nach den Nerven bestimmen, und man sieht auf den ersten Blick, wie sehr verschieden diese bei jedem Blatt verlaufen, wie

sehr möglich eine solche Unterscheidung also ist. Figur 3 zeigt einen Zweig von Lepidodendron dichotomum und Figur 1 die Frucht dieser zierlichen Pflanze, welche bei aller Zartheit ihrer Verhältnisse doch baumartig wuchs und mit den Sigillarien und baumartigen Farren an Größe wetteiferte; sie und Lycopodites (Walchia) piniformis (Figur 2) sind verwandt mit unsern Bärlapppflanzen, die jetzt nur kriechende Moose genannt werden können im Vergleich mit jenen prächtigen Bäumen, welche in urweltlicher Periode das Hauptmaterial zu den Steinkohlen hergegeben haben. Im Uebrigen haben wir in einem früheren Abschnitt bereits die Pflanzen der verschiedenen Epochen betrachtet, so weit es die Räumlichkeit dieses Buches gestattet, und können zum Theil dorthin zurückweisen, denn es sind vorzugsweise die beschriebenen, und es wäre nur zu bemerken, daß die Verbreitung der Pflanzen in jener Epoche nicht der jetzigen Verbreitung ihrer Verwandten entspricht, denn in Nordamerika, wo gar keine Palmen und baumartige Farren wachsen, sind die Kohlen daraus im ungeheuersten Maßstabe verbreitet; in dem klimatisch viel besser bedachten England ist ihr Vorkommen, wenn schon in sehr mächtigen Lagern, doch bei weitem beschränkter, und in Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien, Griechenland wird, je mehr man sich der Gegend nähert, wo noch jetzt Palmen wachsen, je glücklicher, wärmer das Klima wird, desto dürftiger die Kohlenformation, so daß sie in dem zuerst gedachten Deutschland am stärksten auftritt und in dem ewig heiteren Griechenland beinahe ganz verschwindet. Schließlich mag noch eine für diese Formation charakteristische Herzmuschel hier Platz finden; stände sie umgekehrt, so könnte man glauben, es sei irgend ein Vogelherz, dessen Adern abgeschnitten sind.

Herzmuschel.

Unter der Kohlenformation liegt das Grauwacken- oder Uebergangsgebirge; es wird bei uns in Deutschland in obere und untere Grauwacke geschieden, besteht aus Thonschiefer und Sandstein, dazwischen sind eingeschoben Kalkstein, Dolomit, Kieselschiefer und Alaunschiefer. Die Schichten, welche die ältere und jüngere Grauwacke bilden, sind jedoch unter sich so wenig verschieden, daß man sie eigentlich nur an ihren Einschlüssen erkennen kann, dagegen war man in England, Nordamerika und in Rußland im Stande, zwei Epochen sehr deutlich von einander zu unterscheiden; man hat sie das Devonsche, das silurische und endlich eine noch tiefer liegende Schicht, welche früher bereits kurz charakterisirt worden ist, das Cambrische System genannt und hat dieselbe Formation auch in Norwegen, in Frankreich und Spanien, in Südafrika und Indien erkannt.

Das Devonsche System, der oberen Grauwacke entsprechend, hat seinen Namen von der Grafschaft Devon, woselbst es zuerst beobachtet und in seinen Schichten verfolgt wurde; es ist in Nordamerika und den übrigen vorhin genannten Ländern außerordentlich weit verbreitet, umfaßt meistens

Leitmuscheln der oberen Grauwacke.

Sandsteine in schieferiger Textur (in England sogar als Dachschiefer gebraucht) und schließt nur Meeresthiere ein, Muscheln, Ammoniten u. s. w.

Eine neue Epoche in der Erdentwickelung bezeichnet die Devonische Formation besonders dadurch, daß hier zuerst eigentliche Landpflanzen auftreten,

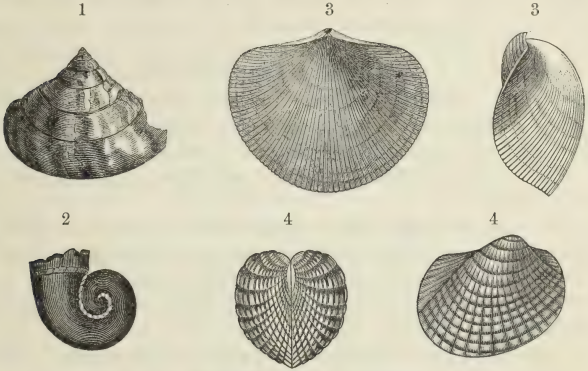
und daß das Wirbelthierreich sich auszubreiten beginnt, zunächst repräsentirt durch die niedrigsten Fische, die Ganoiden, namentlich die Panzerganoiden, deren Haut mit großen Knochen ausgekleidet ist, welche oft einen förmlichen Panzer bilden, und die bereits an einer früheren Stelle beschrieben worden sind. Die Krebse sind in anderen Arten vorhanden als in dem älteren silurischen System, und eine besonders charakteristische, Arges armatus, haben wir früher S. 162 abgebildet.

Aus der Klasse der Weichthiere der Ordnung der Brachiopoden sind einige Spiriferen charakteristisch (siehe Fig. 1 der vorigen Seite). Diese Muschel, welche dem Leser auf der rechten Seite unverletzt, auf der linken abgebrochen erscheint, hat unter dieser hier absichtlich fortgelassenen Schale zwei lange Arme (a), welche spiralförmig aufgewickelt sind, aus einer Oeffnung der Schale hervorgestreckt werden können, sowohl um Beute zu fangen, als um sich mittelst derselben fortzubewegen. Figur 2 ist eine sonderbar bauchig gestaltete Terebratula, 2a giebt dieselbe geöffnet, um den gebogenen Ausschnitt derselben zu zeigen. Den Spiriferen verwandt und an Gestalt den Terebrateln ähnlich ist die Gattung Spirigera (Fig. 3). Die spiraligen Arme der ersteren bilden sich hier zu spitzen Kegeln aus. Ausschließlich dem Devonischen System eigen ist Stringocephalus Burtini (Fig. 4); der Buckel der größeren Schale ragt über den wellenförmigen Schloßrand hervor. Von den eigentlichen Muscheln nennen wir Megalodon cucullatus, mit zwei gleich großen gewölbten am Schnabel gekrümmten Schalen, welche von vorn herzförmig aussieht (Fig. 5), und von eigentlichen Schnecken (Gasteropoden) Euomphalus planorbis und Murchisonia bigranulosa (Fig. 6 u. 7). Nautilus Koninkii (Fig. 8) kommt zwar auch im Devon vor, gehört aber mehr dem Steinkohlensystem an.

Daß das in der Grafschaft Elgin gefundene Skelett eines salamanderartigen Thieres, welches wir oben (S. 163) abgebildet haben, nicht wie man früher glaubte, dem Devonischen System, sondern der Trias angehört, haben wir an jener Stelle bereits bemerkt.

Der unteren Grauwacke entspricht dasjenige Lagerungs- und Schichtungssystem, welches in England das silurische genannt wird. Die vorzüglichsten Leitmuscheln desselben sind auf der Zeichnung der folgenden Seite zu sehen. Fig. 1 ist Trochus agglutinans, eine ganz kegel- oder kreiselförmige Schnecke, welche das Charakteristische hat, daß der Rücken der Windungen flach, nicht rund gewölbt ist, daher die Naht, in welcher eine Windung an die andere stößt, auch nicht vertieft ist, wie bei anderen Schnecken, sondern ganz glatt, wie abgeschliffen aussieht. Fig. 2 ist ein Bellerophon cornu arietis (Widderhorn), nicht etwa zu den Ammonshörnern, wie der Beiname anzudeuten scheint, gehörig, weil diese eine viel leichtere Schale (eine Schwimm-

blase gewissermassen) haben, mittelst deren sie sich über dem Wasser halten, indeß die Schale des Bellerophon so dick ist, daß sie, selbst ganz leer, untersinken würde. Charakteristisch für die obersilurischen Schichten, aber auch in den Devonischen vorhanden, ist Spirigerina reticularis (Fig. 3)



Leitmuscheln der oberen Grauwacke.

mit kleinem Löchlein im Schnabel der größeren Klappe, den Spiriferen und Terebrateln verwandt; ferner aus der Familie der Herzmuscheln Cardiola interrupta (Fig. 4) mit gleichklappigen schiefen Schalen, deren Oberfläche concentrisch gefurcht ist.

Noch eine andere Gruppe von Thieren, diesen Schichten angehörig, ist die folgende:

Leitmuscheln der unteren Grauwacke.

Fig. 1, 2 und 3 sind Korallen aus dem untersilurischen System oder der mittleren Grauwacke, dem Geschlechte Cyatophyllum angehörig; in

Figur 1 sehen wir junge Exemplare, welche unter Figur 3 schon stärker ausgebildet, die strahlige Textur sehr deutlich zeigen; in dem schwarzen Mittelpunkte wohnt das aufbauende Thierchen. Figur 2 zeigt einen Zweig ausgewachsen. Der untere Stern bietet die Brustfläche dar, mit welcher dasselbe auf Figur 1 irgendwo gesessen hat, die Querlinien scheinen Absätze in dem Wachsthum der Steinmasse zu bezeichnen. Jeder Zweig breitet sich, wie Figur 2, nach oben immer mehr aus, einen vollständigen Becher bildend, in dessen Innerem das Korallenthier seine Höhlung, seinen Wohnsitz hat. Besonders großartig entwickelt aber sind im silurischen System die Trilobiten, von denen wir früher einige abgebildet haben; sie sind so zahlreich vorhanden, daß sie das eigentliche Leben während der Silurzeit repräsentiren und man dieselbe nach ihnen die Periode der Trilobiten genannt hat.

Die darunterliegende Sedimentschicht findet sich ungemein schön im Cambrischen System Englands ausgesprochen; in Deutschland scheint sie zu fehlen, sowie überhaupt im mittleren Europa, wenn nicht das tiefste Gebilde der Uebergangsformation, der blaue Thon, ohne alle organischen Ueberbleibsel, ihr entspricht.

Den Namen der Cambrischen hat sie in England erhalten, weil sie im Ursitze der alten Cambrier, am Nordwestende von Wales, in großen Massen besonders die Schiefergipfel der Provinz Carnarvon und unter diesen den 3568 Fuß hohen Snowdon bildet. Das Cambrische System, aus Conglomeraten, Sandsteinen, Quarziten und Thonschiefern bestehend, ist die erste Sedimentschicht, in welchem organisches Leben mit Sicherheit constatirt ist, freilich nur durch spärliche Reste von Tangen, Ringelwürmern und Haarsternen, und mit ihm beginnt das paläozoische Zeitalter.

Dagegen sind organische Reste nicht nachgewiesen in den unmittelbar darunter liegenden Schichten, der Urschieferformation, deren Hauptglieder Urglimmerschiefer und Urthonschiefer sind. Dieselbe ist aber anthracit- und graphithaltig, und daraus hat man auf die Existenz von Pflanzen in jener Urzeit der Erde schließen wollen. Allein es ist kein zwingender Grund vorhanden, alle kohlenartigen Gebilde als Reste organischer Zersetzungen anzusehen; es ist möglich, daß der Kohlenstoff als solcher damals existirt oder sich aus chemischen Verbindungen abgeschieden habe. So lange demnach keine fossilen Reste von Organismen in den kohligen Gesteinen nachgewiesen sind, bleibt die Frage nach der Herkunft jener kohligen Masse eine offene, wenngleich der organische Ursprung derselben wahrscheinlich ist.

Der Urthonschiefer, von brauner, grüner oder schwarzer Farbe, ist ein mächtiges, weit verbreitetes Gestein, zum Theil schwach krystallinisch und ruht unmittelbar auf dem Urgneiß, der ältesten Sedimentschicht. Auch diese

sogenannte laurentische Formation, welche nach dem Lorenzstrom in Canada benannt ist, dessen Laufe folgend sie sich gegen das Meer hin erstreckt, und welche neben Gneiß vorzugsweise Granit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und Quarzit als Bildungsmassen einschließt, enthält Anthracit, Bitumen und Graphit, ohne daß es gelungen wäre, Organismenreste aufzufinden. Existirten damals Pflanzen, so dürften es nur Gallertalgen gewesen sein, welche auch heute noch in warmen Wässern vegetiren, und es wäre erklärlich, weshalb die kohligen Ueberreste, selbst wenn sie organischen Ursprungs sind, dennoch keine organische Structur zeigen.

In den Kalksteinen der laurentischen Formation von Canada fand man knollenförmige Stücke bis zur Größe von einem Cubikfuß, welche parallele wellige, unregelmäßig concentrische, schmale Streifen von körnigem Kalk zeigen und mit Serpentin abwechseln, und glaubte darin die Versteinerung eines organischen Wesens und zwar eines Foraminifer zu erblicken. Man nannte diesen vermeintlich ältesten Zeugen des Lebens der Urzeit das canadische Morgenröthethierchen, Eozoon canadense; später hat man solche Knollen auch an anderen Orten in Schottland, in den Alpen, im Erz- und Fichtelgebirge gefunden, allein die organische Natur derselben wird neuerdings wieder stark angezweifelt, und insbesondere suchte Karl Möbius nachzuweisen, daß das sogenannte Eozoon unorganischen Ursprungs sei.

Wir haben bereits erwähnt, daß man diese beiden letzteren Formationen besser unter dem Namen der archäischen als azoischen zusammenfaßt. Denn mit dem Beginn des poläozoischen Zeitalters der silurischen Formation ist das Leben bereits so rege, daß wir nicht mit Unrecht ein noch unentwickelteres Stadium während eines vorangehenden langen Zeitraumes annehmen dürfen. Dagegen dürfen wir mit Sicherheit sagen, daß es zu jener Zeit, welche der Urgneißformation voranging, noch kein Leben in unserem Sinne gab, wir dürfen es mit Sicherheit aus der Natur der Gesteine schließen, welche die tiefste uns zugängliche Erdrindenschicht bilden. Sie enthalten keine organischen Reste und können keine enthalten, denn sie entstammen unmittelbar dem glühflüssigen Erdkörper, sie sind Eruptivgesteine, zu deren Besprechung wir uns nunmehr wenden wollen.

Die plutonische und vulkanische Thätigkeit.

hatten bisher nur mit den Senkmassen aus Salz- oder süßem Wasser zu thun, wir müssen jetzt noch die Thätigkeit des Feuers betrachten, und zwar sowohl insoweit, als dasselbe die geschichteten Gesteine mannichfaltig verschoben und verändert, als auch inwieweit es selbst neue Gesteine gebildet oder in die geöffneten Spalten gedrängt hat; wir werden die Eruptivgesteine in einem Capitel und in einem andern die Ganggesteine und Berge zu betrachten haben, und dann erst werden wir ein Bild des Ganzen, als die Grundlage dessen haben, was auf der Erde vorkommt; dann erst wird diese Grundlage uns bewohnbar für Pflanzen, Thiere und Menschen erscheinen.

Was wir bisher betrachtet, war von außen an die Erde gelagert, nicht gerade aus dem Himmels-, aus dem Weltraum, doch aus der Atmosphäre oder durch dieselbe von der schon vorhandenen Oberfläche der Erde herabgespült; was wir in dem Folgenden als Gestein betrachten werden, kommt aus dem Innern der Erde vor. Das Erstere zeigte sich entweder als das Produkt der Zerstörung des Vorhandenen: Sand, Thon, oder als das Werk fleißiger Baumeister, der Korallen, der Schwämme, oder endlich als eine Zusammenhäufung von Organismen wunderbar kleiner Art, als Kalkschalen (in der Kreide), als Kieselpanzer (im Feuerstein), von Trillionen und Quadrillionen zarter Thiere, die alle einst lebten und sich bewegten, und deren Kleider, nunmehr zusammengehäuft, ganze Gebirge bilden.

Was wir jetzt betrachten wollen, entbehrt jeder Spur eines Organismus, wurde nicht von Organismen geschaffen, enthält auch nicht die Reste von irgend etwas Organischem, es ist krystallinisches oder derbes, glasiges, geschmolzen gewesenes Gestein. Des Feuers Macht allein hat auf die durch chemische Affinität vereinigten Elemente gewirkt und sie so oder anders gestaltet, nach ihrer Gestaltung sie theilweise und in sehr verschiedenen Gemengtheilen wieder eingeschmolzen und umgebildet, und hieraus sind die

plutonischen und vulkanischen Gesteine, die Eruptivgesteine, welche man sonst Urgesteine nannte, entstanden.

Wenn wir uns fragen, wie hat sich die Erde gestalten müssen unter dem Einfluß der Schwere und der Rotation? so ist die Antwort sehr leicht, vorausgesetzt, daß man diesen Planeten als einmal flüssig gewesen anzunehmen berechtigt ist, rund und kugelig mit eingedrückten Polen, aufgeblähter Aequatorialgegend, sonst aber vollkommen rund, wie mit dem Meißel gedreht.

Wenn wir nun aber nicht leugnen können, daß ein Meißel, der die auf die Drehbank gespannte Erde umfahren sollte, doch in den Alpen und Pyrenäen, in den Andes und den indischen Gebirgen auf bedeutende Buckel stoßen würde; wenn wir zugestehen müssen, daß die Erde nicht von einem Meister, kaum von einem Lehrling, sondern viel eher von einem Dilettanten und Pfuscher abgedreht erscheint, ganz gegen die Gesetze der Schwere und der Bewegung: so ist klar, daß noch andere Kräfte bei der Bildung der Erde gewaltet haben müssen als die Centralkräfte. Humboldt nennt „die Reaction des Erdinnern gegen die feste Kruste der Oberfläche der Erde" als diejenige Thätigkeit, welcher die Erde ihre unregelmäßige Gestalt verdankt, und das Resultat dieser Thätigkeit nennen wir Gebirge. Es sind dieses nur örtliche Anschwellungen, es sind die Geschwüre der Erdhaut; wie diese die glatte Haut des menschlichen Körpers durch Erhöhungen von innen heraus uneben machen, so die Berge; wie jene beim Aufbrechen ein aus dem Innern tretendes Fluidum über die Oberfläche ergießen, so die Vulkane noch jetzt vor unseren Augen, so die plutonischen Thätigkeiten in den frühesten Epochen der Erdbildung oder vielmehr in dem Stadium der Erstarrung derselben.

Allein es findet, so ähnlich sie einander auch sein mögen, doch ein gewaltiger Unterschied zwischen den beiden Thätigkeiten, dem Plutonismus und dem Vulkanismus, statt. Nicht nur ist der erste bei weitem älter, er ist auch bei weitem ausgedehnter, denn er beherrscht jeden Theil der Erdmasse und vor allen Dingen hat sein Auftreten an der Oberfläche derselben andere Gründe, und aus denselben Gründen sind seine Erscheinungen viel weiter verbreitet, so daß die Unterscheidung, welche die Geologen zwischen vulkanischer und plutonischer Thätigkeit machen, vollkommen gerechtfertigt ist.

Die Erdkruste ist so weit erstarrt, daß sie durch das Fluthen des geschmolzenen Innern nicht mehr verändert, zerbröckelt werden kann; das Gefäß, in welchem die geschmolzenen Metalle und Erden eingeschlossen sind, ist hinlänglich stark, um den Schwankungen seines Innern nicht zu unterliegen, wie das Oxhoft auch den Transport aushält, wenngleich es mit

Wein oder einer anderen Flüssigkeit gefüllt ist. Aber nun tritt ein anderer Umstand ein, dessen wir auch bereits erwähnten. Könnten wir eine geschmolzene Bleimasse in eine Glaskugel bringen, die hohl wäre wie eine Bombe, und die, nun wohl verschlossen, äußerlich abgekühlt würde, während die Möglichkeit vorhanden wäre, daß das Innere erhitzt bliebe, so würde die sich zusammenziehende Hülle nicht mehr Platz gewähren für die eingeschlossene Flüssigkeit, diese würde ihr Gefäß zersprengen, und es würde so viel Metall durch die Spalte herausquellen, als für den verkleinerten inneren Raum der Hohlkugel zu viel darin enthalten war.

Wir können so heterogene Experimente nicht anstellen: zufällig aber bietet uns die Natur ein Mittel dar, mit einer und derselben Kraft an zwei verschiedenen Körpern Verkleinerung und Vergrößerung zu bewerkstelligen.

Alle Körper werden durch Kälterwerden kleiner; sie ziehen sich zusammen, sie werden immer dichter, je niedriger die Temperatur ist, der man sie aussetzt. Nur das Wasser macht hiervon eine Ausnahme, es verringert zwar durch die Kälte auch sein Volumen, aber nur bis zu einer gewissen Grenze. Man nennt die Temperatur der größten Dichtigkeit des Wassers diejenige, von welcher aus das Wasser sich ausdehnt, man möge es erkälten oder erwärmen, diese Temperatur ist $3^1/_2$ Grad über dem Gefrierpunkte.

Bringt man nun bei dieser Temperatur Wasser von der größten Dichtigkeit in eine Bombe, welche zum sorgfältigen Verschließen mittelst gut passender Schrauben vorgerichtet ist, füllt man sie ganz damit an, so daß nirgends ein Luftbläschen vorhanden ist, und wird dann die verschraubte Bombe der kälteren Luft ausgesetzt, so springt sie unzweifelhaft mit einem furchtbaren Knalle (jedoch ganz ohne Gefahr für den Experimentator), und das überflüssige Wasser dringt aus dem Spalt.

Wird der Versuch nicht mit der eben gedachten Vorsicht ausgeführt, so gelingt er zwar auch, jedoch erst nachdem die Temperatur schon bedeutend unter den Gefrierpunkt gesunken ist und dann nicht mehr das flüssige Wasser, sondern das feste Eis die Bombe sprengt, etwas, das den Leuten bekannt ist, sie also nicht weiter in Verwunderung setzt, jedoch genau auf dasselbe herauskommt, daß ein nicht nachgebender Körper, durch erniedrigte Temperatur zu klein geworden, den in ihm eingeschlossenen größeren Körper nicht mehr umspannen kann, also reißt und den Inhalt herausquellen läßt.

Dieser hervorgequollene Inhalt der großen Bombe, welche wir Erde nennen, ist es nun, was wir in den plutonischen, in den Urgesteinen er-

blicken, und in der plutonischen Thätigkeit selbst sehen wir die bildende Ursache der Berge und Gebirge der Erde.

Bevor wir jedoch von diesen sprechen, müssen wir uns deutlich zu machen suchen, was denn ein Gebirge ist. Es ist nicht zu verkennen, daß, so sehr ein Jeder glaubt, zu wissen, was ein Berg oder ein Gebirge sei, so verwirrt, so oberflächlich doch die Begriffe davon sind. Nach der gewöhnlichen Art, dieses zu betrachten, ist nämlich jeder Maulwurfshügel ein Berg, und sechs derselben aneinander gereiht ist ein Gebirge. Aber nicht jede Erhöhung ist ein Berg und nicht jede Anhäufung von Bergen ein Gebirge; der Geologe versteht unter diesem letzteren Namen jederzeit nur „lokale Anschwellungen der Erdoberfläche, deren innerer Bau mit dem äußeren in einer gewissen Harmonie steht", wie Cotta sich hierüber sehr treffend ausdrückt. Daher sind Aufschüttungen keine Berge, sondern nur Erdhaufen; ein Klümpchen Thon, auf der Hand angetrocknet, würde für diese kein Berg sein, wohl aber die entzündet erhabene Stelle, welche ein Geschwür birgt. Hier findet der Anatom alle die Häute und Häutchen, das Zellengewebe, die Fettschicht und endlich die Muskellage, welche zur Unterlage dieser Häute dient, und in einem Berge findet sowohl auf seinem Gipfel wie an seinem Fuße der Geologe, der dem Bergmann folgt, zuoberst Sand, Lehm oder fruchtbare Erde, darunter die jüngsten Ablagerungen aus süßen, auch wohl aus Salzgewässern, unter diesen Kreide und die Juraformation und so weiter, bis er auf die massenhaftesten Lagen des Erdkörpers, die krystallinischen und die halb geschmolzenen Gesteine, Granit und dergleichen kommt.

Ein einzelner Berg in diesem Sinne ist etwas sehr Seltenes. Es kommt nicht leicht vor, daß ein sehr kleiner Raum, von einer innern Thätigkeit erhoben, isolirt und von allen Seiten frei dasteht, die innern Gewalten der Erde beschränken sich *nicht* auf *kleine* Stellen; wo dieses etwa der Fall zu sein scheint, bei Inseln, die fern von allem Festlande oder auch nur von anderen Inseln im Weltmeere stehen, kann man doch durch das Senkblei sehr wohl ermitteln, daß das Land, welches wir Insel nennen, und welches nur ein unterseeischer, wenig über die Fläche desselben erhobener Berg ist, rings um sich her eine Menge anderer zu stehen hat, welche nur die Meeresfläche nicht erreichen, aber im Verhältniß zu dem Thal, aus welchem sie sich erheben, dem Meeresboden, vielleicht so groß und größer sind als Montblanc und fast so groß als Dhawala Giri, denn ihre Basis liegt ungefähr 23 000 Fuß unter ihrem Gipfel; dies ist nämlich die größte Tiefe, welche durch die neuesten und genauesten Lothungen der Challanger-Expedition im atlantischen Ocean ermittelt worden sind; die älteren Angaben bis zu 43 000 Fuß haben sich als über-

trieben herausgestellt und erklären sich durch die Unvollkommenheit der früheren Meßmethode.

Da der Geologe viele seiner Bestimmungen, ja die meisten nach dem äußern Anschein der Sache machen muß, so giebt er den Gegenständen seiner Betrachtung auch nach dieser äußern Gestaltung Namen, vom kleinsten Krystall bis zur größten Gebirgsmasse, und so nennt er denn ein Central- oder Massengebirge ein solches, dessen Fuß nach allen Richtungen hin ziemlich gleiche Maße hat, sich etwa der Kreis-, der kurzen elliptischen Form nähert, also der Länge wie der Breite nach annähernd gleich stark entwickelt ist; der größte der Berge solch einer Berggruppe wird dann der Centralpunkt genannt; solch ein Centralgebirge ist der Brocken mit dem Blocksberge, Corsika mit dem Monte rotondo, der Olymp mit seinem gleichnamigen Gipfel, der Aetna und viele andere größere wie kleinere; immer aber ist es eine Anhäufung von Bergen, ein Gebirge, nicht ein einzeln stehender Berg.

Sind die Gruppen langgestreckt, ist also die Breite von der Längenausdehnung bedeutend übertroffen, so entsteht daraus ein Kettengebirge oder eine Gebirgskette, und die Reihe der Berge, welche man als die höchsten in dieser Gruppe bezeichnet, heißen der Gebirgskamm oder der Gebirgsrücken. Bei diesen treten auch seitlich Berge und Bergzüge hervor, und man unterscheidet dann das Hauptgebirge von dem Gebirgszweig. Die Pyrenäen, die Alpen geben uns hiervon einen Begriff im großartigsten Maßstabe; doch auch schon in dem Thüringerwalde, besonders im nordwestlichen Striche desselben, noch viel deutlicher im Erzgebirge, welches die Grenze zwischen Sachsen und Böhmen, im Riesengebirge, welches die Grenze zwischen Schlesien und Böhmen bildet, ferner in der mährischen Höhe und in dem Böhmerwalde, die mit den beiden vorgenannten das Königreich Böhmen zu einem Trapez abgrenzen, in dem Schwarzwalde, in den Vogesen u. s. w. findet man Gebirgszüge, Gebirgsketten oder Rücken so deutlich ausgesprochen, wie nur irgendwie in den Apenninen Italiens.

Eine dritte Abtheilung der Erhebung der Erdoberfläche würde man mit dem Namen der Plateaugebirge sehr deutlich bezeichnen können; dies sind weitgestreckte, auf allen Punkten ziemlich gleichmäßig erhobene Flächen, auf welchen in der Regel nicht Berge stehen, sondern in welche sich Thäler einsenken. Süddeutschland bietet uns in der württembergischen Alp ein auffallend schönes Beispiel eines recht ausgebildeten Plateaugebirges dar. Es ist dieses eine Fläche von ungefähr 40 Quadratmeilen, auf der Hunderte von Dörfern und einige kleine Städtchen liegen, welche alle fleißig Ackerbau und Viehzucht treiben, und deren Bewohner gar nicht wissen

würden, daß sie auf einem Gebirge leben, wenn nicht die Tradition es ihnen überliefert hätte, und wenn nicht manche von denjenigen, welche die nördliche Hälfte der Alp ihre Heimath nennen, von da auf die tiefer liegenden Gefilde (Fielder nach schwäbischer Mundart) hinabsähen und auch zu Zeiten in das sogenannte Unterland hinabstiegen, um die Produkte ihres Landbaues zu verwerthen.

Die Alp ist flach und nur insofern uneben, als durch wellenförmige Unebenheiten des Bodens für die dortigen Thalbewohner 50 bis 100 Fuß hohe Hügel darauf vorkommen; nur ein Berg, der Sternberg, mißt gegen 400 Fuß. Man kann allerdings die Leute dort sehr kränken, wenn man mit Geringschätzung von „ihren Bergen" spricht, denn der Herr Pfarrer weiß von der Universität her wohl noch, daß der Sternberg 3400 Fuß hoch ist, er vergißt jedoch, daß er selbst 3000 Fuß hoch wohnt, also der Sternberg sich, trotz seiner viertehalbtausend Fuß absoluter Höhe, doch nur 400 Fuß über die Fläche der Alp erhebt.

Diese eigenthümliche Gestalt hat die ganze Hochfläche unzweifelhaft durch eine partielle Erhebung der Felsmassen, welche sie bildet, erfahren, und diese Erhebung war etwas ungleich, so daß sie nach dem nördlichen Theile (gegen Würtemberg hin) am steilsten und höchsten ist, nach dem südlichen Theile dagegen (nach der Schweiz hin) sich senkt; darum laufen alle Bäche und Flüßchen derselben nach der Donau zu in südlicher Richtung und nicht nach dem nördlich daran vorbeiströmenden Neckar.

Allein in diesem nach Norden gerichteten schroffen Abfall der Alp, wo die Felsen 800 bis 1000 Fuß zum Theil beinahe senkrecht aus der Hochebene der sogenannten Fielder emporsteigen, sind zahlreiche Thäler, welche beinahe ebensöhlig, oft meilenlang in die Kalkfelsen der Alp und überragt von ihren schroffen zackigen Höhen einschneiden, von einem Bächlein bewässert, treffliche Wiesen und an den Thalrändern auch wohl Obstgärten enthalten. Gewöhnlich liegen ein paar Dörfer in dem obersten Theile eines solchen Thales und ein Städtchen an der Mündung desselben, so Kirchheim, Urach, Neuffen u. s. w. Diese Thäler zeigen uns das Plateaugebirge, von welchem man, 100 Schritte von dem Abhange — oder besser Absturz — stehend, oben nichts wahrnimmt.

Wer mit vorurtheilsfreiem Auge die Vertheilung der Gebirge über die Erde betrachtet und verfolgt, kommt zu dem Schlusse, welchen die Entstehungsart der Gebirge schon voraussetzen läßt, zu dem Schlusse, daß keine Regelmäßigkeit darin zu finden sei. Allerdings hat, bevor man richtige Karten von den verschiedenen Erdtheilen besaß, die Phantasie mancher Geographen sich darin gefallen, ein System auf Kosten der Wahrheit zu schaffen; selbst die neueste Zeit ist nicht davon frei geblieben, und Elie de

Beaumont ist nicht besser als Gatterer; die Wahrheit dringt aber endlich doch durch, wenn schon erst nach schweren Kämpfen mit den unglücklichen Systematikern.

Es ist begreiflich, daß alle schönen Träumereien, welche auf schlechten Karten und der Sucht, Systeme zu schmieden, beruhen, in Nichts zerfielen, sobald Männer der Wissenschaft sich mit dem Gegenstand befaßten und man nicht mehr mit den Füßen unter dem Schreibtisch ein großer Geograph und Geologe sein konnte. L. v. Buch und Humboldt haben die Bahn eröffnet, welche Werner angedeutet, und die schweizer, die französischen und die englischen Geognosten sind dem Beispiele, welches die deutschen gegeben, mit rühmlichem Eifer gefolgt und haben die Beobachtung an die Stelle der Theorie, die Thatsache an die Stelle der Hypothese gesetzt. Einen wirklichen Rückschritt kann man in dieser Hinsicht des sonst so wohl verdienten Elie de Beaumont's Bemühungen nennen, mit denen er seine Ansicht zu bestätigen sucht, daß alle Gebirgszüge sich in eine Anzahl größter Kreise bringen ließen, deren Erhebung für jeden dieser Kreise einem besonderen Zeitalter der Erde angehört, was sich schon dadurch widerlegt, daß man die Steine und die Versteinerungen aller Perioden der Erdumwälzungen über die ganze Erde verbreitet findet und kein Mineral einer Zone ausschließlich eigen ist.

Humboldt sagt hierüber im Kosmos: „Wenn auch viele Naturprocesse, wie die des Lichts, der Wärme und des Elektromagnetismus (er hätte hinzufügen können: des Schalles, der Elasticität ꝛc.), auf Bewegung reducirt, einer mathematischen Gedankenentwickelung zugänglich geworden sind, so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwinglichen Aufgaben von der Ursache chemischer Stoffverschiedenheit, wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, der Axenstellung und Bahnexcentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abstande der Satelliten, in der Gestalt der Continente und der Stellung ihrer höchsten Bergketten."

Da sich gegen diesen Ausspruch um so weniger etwas einwenden läßt, je besser man die wahre Lage der Dinge kennt, so sollen an die Stelle schlechter Vergleiche über die Gebirgsmeridiane und Parallele nicht noch schlechtere über die Gebirgsdreiecke oder sonstige Figuren gesetzt, sondern die Dinge einfach so betrachtet werden, wie sie liegen. Wem es Vergnügen macht, mit dergleichen zu spielen, wird (um bei den Dreiecken stehen zu bleiben) sich selbst das Ergötzen verschaffen können, je drei Gebirge, wenn sie nur nicht in einer geraden Linie liegen, zu einem schönen Dreieck vereinigen zu können, z. B. Thüringerwald, Harz und Erzgebirge, oder im größeren Maßstabe Atlas, Habesch und Capgebirge in Afrika, und er

wird dies mit großem Glück auch ohne alle Anleitung zu thun vermögen und dadurch vielleicht auf die prächtigsten geologischen, ja kosmographischen Schlüsse kommen.

Eine Ebene von einiger Ausdehnung ist schwer zu übersehen. Die Ebene, auf welcher die Schlacht bei Leipzig vorfiel, hat eine Erstreckung, von welcher man sich gar keinen Begriff verschaffen kann, obschon man dieselbe von dem Gipfel der Pleißenburg beinahe übersieht, und was ist sie im Vergleich mit Lüneburg, Hannover, Oldenburg, Holland, was erst im Vergleich mit Polen und dem europäischen Rußland, was erst im Vergleich mit den Ebenen von Südamerika oder Nordasien!

Anders ist es mit den Bergen; die fallen ins Auge, und je flacher ein Land ist, desto eher ist der Bewohner geneigt, einen Maulwurfshügel mit dem stolzen Titel „Berg" zu beehren; der Würtemberger nennt sein Unterland und seine „Fielder" ein ebenes Land; der Ostfriese und der Holländer würden es für sehr bergig halten und ihm das Ebene ganz absprechen, dem Würtemberger aber verschwinden neben seiner Alp die Hügel seiner Gefilde, und dem Bewohner der Alp selbst, dem Oberländer, verschwinden die Hügel seines Distrikts neben den ihm stets in Aussicht stehenden Schweizeralpen völlig.

Aber wenn bei den Ebenen ein Zurückbleiben hinter der Wahrheit, so findet bei den Bergen immer ein Ueberschätzen statt, und obschon man von den meisten Bergen ihre ganze Höhe gar nicht übersieht, weil man Tausende von Fußen angestiegen ist, ehe man an ihren Fuß gelangt, ja wohl gar, wie in Amerika an vielen Punkten der Fall, viel höher über dem Meere steht, als der Berg über dem Beschauer (der Pichincha mißt über 14 000 Fuß, man befindet sich in Quito an seinem Fuße schon über 9000 Fuß hoch und übersieht mithin nicht viel mehr als ein Drittheil seiner Höhe, von dem Cotopaxi kaum die Hälfte, vom Chimborazzo nicht viel mehr als die Hälfte), so waltet doch in einem Jeden die Neigung vor, den eben vor Augen befindlichen Berg viel höher zu schätzen, als er wirklich ist. Man vergleicht nicht den Berg mit der Erde, sondern mit sich, dem Beschauer.

Dolomieu sagt, die Berge der Erde böten nicht einmal solche Unebenheiten dar, wie die Schale einer Apfelsine oder eines Eies; diese Vergleiche geben noch lange kein richtiges Bild, denn die Unebenheiten der genannten Körper sind viel größer im Vergleich mit den durch die Gebirge verursachten Unebenheiten der Erdoberfläche. Der Verfasser besitzt den schönen neuen Globus von Adami von 14 Zoll Durchmesser. Die höchsten Berge der Erde, wenn sie auf dem Papier der Karte im Relief hätten dargestellt werden können, würden noch nicht einmal aus der Schicht Mastixfirniß hervorragen, mit welcher der Globus überzogen ist. Die Risse in der

Glasur einer Ofenkachel sind im Verhältniß zu dem Ofen viel tiefer, als die tiefsten Einschnitte mächtiger Gebirgsspalten in die Erdrinde. Eine Kugel von 11 Fuß Durchmesser, mit größter Sorgfalt aus Thon gedreht, würde beim Trocknen bei weitem unebener werden, als die Erde es ist, lediglich durch das Hervortreten der Sandkörner aus dem schwindenden Thon, und ein Sandkorn von der Dicke einer Viertellinie würde zu dieser Kugel (welche in den meisten unserer Zimmer, der fehlenden Höhe wegen, nicht Platz hätte) in demselben Verhältniß stehen wie der Montblanc zur Erde.

Wir sehen aus diesen Andeutungen, daß, wie uneben die Erde auch scheine, sie es in der That und als Ganzes betrachtet doch nicht ist, wir messen nur die Theile der Erde nach einem Theile unserer Person, das ist ungefähr so, als wollten wir unsere Größe nach der Breite eines Mückenfußes messen; mit uns selbst verglichen, ist das erste Glied des Daumes etwa $^1/_{65}$ so lang als unser Körper, mit der Breite eines Mückenfußes verglichen, würden wir allerdings sagen müssen: er messe 78 000 Fuß. Wenn wir aber den Berg als einen Theil der Erde betrachten, so mißt doch der höchste Berg der Erde, der Kintschinginga, nur $^1/_{1400}$ von dem Durchmesser der Erde, der Dhawala Giri $^1/_{1540}$, der Nevada de Sorato (Südamerika) $^1/_{1742}$ und der Montblanc $^1/_{2642}$ desselben Durchmessers.

Berge und Ebenen sind so unregelmäßig über die Erde vertheilt, daß man zu den vielen Gesetzen, welche darüber gefunden worden sind, vielleicht mit größtem Rechte das Gesetz fügen kann: daß es dafür kein Gesetz giebt.

Berge treten überall deutlich genug hervor, Ebenen muß man aber in Hochländer und Tiefländer unterscheiden; so zerfallen die aus dem Meere tretenden Landestheile auf das Natürlichste in drei Unterabtheilungen: Tiefland, Hochland und Gebirge. Die Tiefländer, welche dadurch charakterisirt sind, daß sie sich nur sehr wenig über den Meeresspiegel erheben, ja stellenweise sich unter denselben senken, wie z. B. in Holland, hat man meistentheils an den Seeküsten zu suchen, und wenn sie sich auch weit in das Land erstrecken, so wird man ihren Ausgang doch immer am Meere zu suchen haben. Ein Tiefland ist z. B. in Europa nicht allein Holland oder die Lombardei, wiewohl sie es ganz vorzüglich sind, sondern Tiefland ist die ganze Strecke des nördlichen Europa von Holland durch Oldenburg, Hannover, Mecklenburg, Preußen, Rußland, Finnland bis zur Nordsee, Ostsee und zum weißen Meere einerseits, zum Ural anderseits, zum kaspischen und schwarzen Meere dritterseits, und endlich bis zu den Karpathen, dem Riesen-, Erz-, Harz-, Thüringer-, Rhön- und Ardennengebirge vierterseits.

Die Lombardei besteht ohne Zusammenhang mit anderen Tiefländern für

sich und ist eingeschlossen von den Apenninen und Alpen und nur nach dem Meere von Adria offen, ist aber so vollständig Tiefland trotz der sie umgebenden Gebirge, daß sie sich nur wenig über das Meer erhebt; ebenso ist es mit dem Tiefland der Donau und Theiß, ganz Ungarn von Pesth bis zur türkischen Grenze, ferner die Wallachei und die Moldau sind solches Tiefland.

Andere Tiefländer von so bedeutender Ausdehnung hat Europa nicht; denn die Lande im südlichen Frankreich, die Maremmen und die pontinischen Sümpfe in Italien und einzelne, ja viele einzelne Striche niedrig gelegenen Landes können sich doch nicht insoweit mit den beiden gedachten Hauptmassen in Vergleich stellen, daß man von ihnen sagen könnte, sie bestimmten den Charakter des Welttheils, ja nur des Reiches, dem sie angehören; solche kleinere Strecken flachen Landes nennt man Tiefebenen.

Anders ist dies mit den Tiefländern von Süd- und Nordamerika. Hier sind Ausdehnungen so ungeheurer Art, daß sie recht eigentlich zeigen, wie die sichtbare Erdfläche viel eher eben als gebirgig ist. Von Patagonien, an Buenos-Ayres vorbei, zwischen dem Hochgebirge der Andes und dem Küstengebirge von Brasilien, durch die Quellengebiete des La Plata und hauptsächlich seiner Nebenflüsse, denn er selbst führt nicht weit aufwärts den stolzen Namen, durch die Gebiete des Quarto, Terzo, Secundo und Primo, des Dulce, Salado, Vermejo, Pilcomayo, Otoquis, Juan ꝛc., lauter Nebenflüsse des Paraguay, der selbst wieder ein Nebenfluß des La Plata ist, durch die Ebenen der damit unmittelbar zusammenhängenden Zuflüsse des Marañon, nämlich zu den Llanos, welche der Rio Marmore, Fuapore, Beni, Madeira, Puru Iritai, Yuvari, Ucayali, Napo, Putumayo, Cagueta, Negro, Branco durchfließen, bis zu den Ebenen des Guainia, Cassiquiare, Guaviari, Meta, Coringuesa, und wie sonst alle die Flüsse heißen, welche dem mächtigen Orinoco zuströmen, also von dem Feuerlande unter dem 50. Grad südlicher Breite bis zu den Mündungen des letzgenannten Stromes unter 10 Grad nördlicher Breite läuft ununterbrochen eine ungeheure Ebene, eine weite Graswüste fort, von tausend Flüssen und Flüßchen durchschnitten, nur an der Westküste durch die Cordilleras de los Andes begrenzt und an der Ostküste des mächtig ausgedehnten Festlandes durch ein paar einzeln hervortretende Gebirgsstöcke, den größeren von Pernambuco und den kleineren von Guyana, unterbrochen.

Ein ganz ähnliches Verhältniß zeigt uns Nordamerika. Man kann dasselbe das Tiefland des Mississippi und Missouri und das Tiefland des Lorenzstromes oder der kanadischen Seen nennen; denn von Florida bis Texas in der ganzen Länge des mexicanischen Meerbusens bis zu dem 45. Grad der Breite ist es das Tiefland der erstgedachten Flüsse, und von da (ohne einen dazwischen liegenden Gebirgs-, ja nur Höhenzug, ohne

einen Wall, und wäre er nur so hoch als Menschenhände ihn aufschütten können) bis zum nordischen Eismeer, durch das ganze Gebiet der großen Binnenseen, bis nach Boothia Felix, der Melville-Insel und Baffinsland, oder kürzer bis zum nördlichen Eismeere hin, zieht sich ununterbrochen ein ungeheures Tiefland, welches einerseits begrenzt ist durch die Felsengebirge, andererseits unterbrochen durch eine Gebirgsinsel, nämlich die Alleghanies, ein Gebirge, welches zwar in seinen einzelnen Zweigen schon den stolzen Namen der amerikanischen Schweiz bekommen hat, im Uebrigen aber nicht größer als das schlesische Gebirge, auch nicht bedeutend höher als dieses ist.

Durch die seit etwa 100 Jahren fast ununterbrochen unternommenen Expeditionen nach Afrika ist uns dieser mächtige Erdtheil immer mehr erschlossen worden, obschon noch viel zu einer nur annähernd vollständigen Kenntniß fehlt. Denn die Expeditionen nach dem Innern von Afrika sind meist unglücklich verlaufen, da das tödtliche Klima, die weiten Oeden und die Feindseligkeit der Bewohner zahlreiche Opfer forderten. Indessen sind in neuerer Zeit glückliche Reisen tief oder gar quer durch Afrika gemacht worden, so im Süden von Livingstone, im afrikanischen Tropenland von Cameron 1873—1875, durch dessen Reise wir die Grundzüge der Bodengestaltung Südafrikas zwischen Sansibar und Benguela kennen und wissen, daß es bis zum Aequator hin ein überwiegend ebenes, vielfach von Gebirgen durchsetztes Hochland ist. Die kühne Expedition Stanley's, der den Congo durchschiffte, bereicherte außerordentlich unsere Kenntniß der Hydrographie des äquatorialen Afrikas. In das Innere Nord-Afrikas sind glückliche Reisen in neuerer Zeit unternommen worden von Barth (1845—1854) und Overweg, von Gerhard Rohlfs 1864—1867, von Nachtigal u. A. Trotz dieser und anderer glücklicher Reisen kennen wir die Tiefländer von Afrika, zu denen wir Aegypten zu rechnen haben, noch wenig. Indessen haben die erwähnten und andere Reisen, wie schon früher die Besitznahme von Algerien durch die Franzosen uns vielfältige Aufschlüsse über den Atlas und die Sahara gebracht. Sie ist neun- bis zehnmal so groß als Deutschland und beinahe dreimal so groß als das Mittelmeer. Was die topographische Beschaffenheit der Wüste betrifft, so ist sie, wenn sich auch zahlreiche Depressionen, d. h. Strecken, die unter dem Meeresniveau liegen, darin finden, „als Ganzes betrachtet", wie Nachtigal, einer der berühmtesten neueren Afrikareisenden, in seinem kürzlich erschienenen Werke, „Sahara und Sudan", sagt, „eine beträchtlich über den Meeresspiegel erhabene Gegend; der Sand tritt felsigem und hartem Kiesboden gegenüber in den Hintergrund, und anstatt der Ebene haben wir eine ungeahnte Mannichfaltigkeit von Berg und Thal". Die Zahl der Oasen und ihrer Bewohner ist bedeutend größer, als man früher

vermuthet hat, wo man nur die schaudererregende Strecke zwischen Insalah und Timbuctu oder zwischen Fezzan und Bilma Tirtuma und dem See Tschad kannte. Nur ein kleiner Theil der Tiefländer wird von Sand bedeckt. Von großen wilden Thieren findet man in den Oasen nur wilde Esel, Gazellen und Strauße.

Der Theil der Wüste, welcher seit der französischen Besetzung „le Zahara d'Algerie" genannt wird, dringt vom Fuße des Atlas bis an die Hügelketten von Metilli, bis zum 31. Grad nördlicher Breite vor, wo die sehr große, dattelreiche und zugleich nördlichste der Oasen sich über einen Flächenraum von mehr als 600 Quadratmeilen ausbreitet. Diese algerische Wüste ist besonders niedrig und furchtbar heiß, weil die Sonne, von einer weit ausgedehnten Kreideschicht zurückgeworfen, die Luft gewissermaßen

Die Sahara.

durch doppelte Strahlung erhitzt. An vielen Stellen, wo man keinen Hügel vor sich hat, begrenzt ein Horizont, so unendlich ausgebreitet wie das Meer, die Wüstenlandschaft. Bei Biskra, einem Aul, welcher in einer rechtwinkligen Einbiegung des südlichen Atlas, an der Grenze der Wüste unter 35 Grad nördlicher Breite liegt, ist die Sahara nur 220 Fuß über dem Meere, von da senkt sie sich nach Süden und Osten beträchtlich, und es ist wahrscheinlich, daß die Spiegel der Seen, zu welchen der Wad Djedi verläuft, schon unter dem Meeresspiegel liegen. Die Leichtigkeit, mit welcher Fournel auf dem Wege von Biskra bis nach dem 30 Meilen in südlicher Richtung entfernten Tuggurt, einer unter dem Niveau des Meeresspiegels liegenden Oase, eine ganze Reihe artesischer Brunnen bohren lassen konnte, beweist allein, auch ohne Nivellement (welches überdies jene Angaben voll-

ständig bestätigte), die außerordentliche Niedrigkeit des Bodens und die Nähe der Fortsetzung einer Ebene, des Meeresspiegels. Die Thatsache ist den reisenden Arabern wohl bekannt, und sie wissen dieselbe auf ihren Wanderzügen zu benutzen. Wenn sie in Noth wegen Trinkwassers gerathen, und sie befinden sich gerade nicht auf Felsboden, sondern auf Sand, so nehmen sie ihre Zuflucht zu dem Bahr toht el erd (Meer unter der Erde), welches bei ihrer lebhaften Phantasie sich in ein wirkliches Wasserbehältniß von der Ausdehnung der ganzen Wüste verwandelt, auf welchem die Decke der Sahara schwimmt, indeß der Physiker darin nur filtrirte Wasserschichten sieht, die, durch hydrostatischen Druck gespannt, über den Thonlagern stehen und den darauf gelagerten Sand so durchdringen, daß beim Nachgraben bis zu einer Tiefe, wohin die Sonnenstrahlen nicht mehr durchwärmend wirken, sich Wasser zeigt. Sind die durchbohrten Schichten Kreide oder Kalk und nicht lockerer Sand, so erhält man recht eigentliche Springquellen.

Auch der ungeheure Reichthum an Salz deutet auf das Meer. Der südlichste (also höchste) Theil der Wüste ist so reich daran, daß man dort aus den Steinsalzblöcken Häuser baut, wie an anderen Orten aus Quadern. F. Hoffmann glaubt, daß diese Steinsalzlager zusammenhängend seien mit denen von Sicilien und von Palästina, und daß das Mittelmeer und die Sahara nur eine muldenförmige Einsenkung seien (die letztere nicht so tief als das erstere), unter welcher das Salzlager in ununterbrochenem Zusammenhange fortlaufe. Ebenso bezeugen die vielen Versteinerungen, welche man daselbst findet, daß die Sahara einst Meeresboden war.

Die ganze Oberfläche der Sahara spricht die Diluvial- und Tertiärbildung unzweifelhaft aus. Erdfälle, dieser letzteren besonders angehörig, kommen nirgends häufiger vor als in der Sahara, und sie haben mitunter eine Ausdehnung von vielen Quadratmeilen. Der Boden derselben ist immer feucht und begünstigt die Dattelcultur, und hierauf, wie auf dem Reichthum an Salz, beruht der ganze Verkehr zwischen den Bewohnern der Wüste (d. h. der Oasen) und dem großen in der Mitte von Afrika sich ausbreitenden Lande Sudan, mit welchem die Sahara aufhört. (Der Name Sudan hat sich von den alten Geographen her auf die neueste Zeit übertragen; da das Land die größte Breite von Afrika quer durchsetzt, so theilen die Geographen den Raum von 900 Meilen in ein West-, ein Central- und ein Ost-Sudan. Man muß sich jedoch darunter nicht ein Land, ein Reich oder auch drei Reiche vorstellen, der Kranz von bewohnbaren Ländern, welche die Wüste im Süden begrenzen, umfaßt nach unserer, nur oberflächlichen Bekanntschaft mit diesen Grenzen schon funfzehn, in Sitte und

Sprache verschiedene Völkerschaften und Reiche, und es dürfte sich, wenn es gelingt, diese Gegenden näher kennen zu lernen, die Zahl der Länder und Reiche noch bedeutend vermehren.)

Von Flüssen hat die Wüste nur sehr wenige aufzuweisen. Vom Südabhange des Atlas strömen viele Bäche der Ebene zu; die meisten versiegen aber in der trockenen Jahreszeit, so auch die meisten derjenigen, welche dem später näher zu berührenden Wad Djedi zueilen, so auch die meisten, welche durch die vorhin angeführte größere Oase im südlichen Algerien fließen, dort die Seen von Waresa und Nguſa speisen und sich in ihnen verlieren, ohne daß, der außerordentlich starken Verdunstung wegen, eine Vergrößerung derselben eintrete, ja ohne daß sie nur immer gefüllt blieben; denn der Wasservorrath der Flüsse wird gerade um so viel geringer, wie die Verdunstung zunimmt.

Noch einen Fluß erhält der westliche Rand der Sahara von dem Abfall des marokkanischen Atlas. Derselbe heißt Wadi Draha und soll um ein Viertel länger sein als der mächtigste Strom des westlichen Europas, als der Rhein; doch auch er existirt nur während und nach der Regenzeit, sonst ist er sowohl dem größten Theile seines Raumes als auch dem größten Theile des Jahres nach ohne Wasser, außer an der Westküste von Afrika; unter der Erde aber versiegt der Strom zu keiner Jahreszeit. Der Wadi Draha strömt anfangs von Norden nach Süden, macht aber unter dem 9. Grad der Länge von Ferro und dem 29. Grad der Breite eine fast rechtwinklige Biegung, in welcher er ziemlich parallel mit den Ausläufern des Atlas den See Debaid durchströmt, um unter dem 5. Grad der Länge südlich vom Kap Nun in das Meer zu fallen. — Diese Gegend ist gegenwärtig etwas mehr bekannt als früher, wo sie nach der portugiesischen Entdeckung (vielleicht absichtlich) in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt war. Die Gegend des Uferstriches von Afrika gegenüber den canarischen Inseln ist unabhängig von dem Beherrscher von Marokko, heißt das Land des Scheich Beirouk und ward durch den Grafen Bouet Villaumez auf Befehl Louis Philipp's im Sommer des Jahres 1840 sehr sorgfältig untersucht. Die offiziellen Berichte kamen Humboldt noch unedirt handschriftlich zu Gesicht, und es geht aus denselben hervor, daß die Mündung des Wadi Draha, welcher die Gesammtmasse aller südlichen Abdachungen des halben Atlas dem Meere zuführt, so versandet ist, daß sie in der trockenen Jahreszeit nur 180 Fuß Breite hat; dies mag sich nun zur Regenzeit wohl anders verhalten, aber in dieser Zeit lassen sich daselbst keine Reisen ausführen.

In denselben Meerbusen und fast in dieselbe Flußmündung ergießt sich auch der von Süden herkommende Saguiel el Hamra, welcher 150 geo-

graphische Meilen lang sein soll, aber doch noch sehr unbekannt ist, so daß man nicht eben viel mehr von ihm weiß wie von vielen anderen afrikanischen Flüssen, nämlich, daß er überhaupt existirt, und daß er den größten Theil des Jahres wasserleer ist. Man würde über die gewöhnliche Ausdehnung solcher doch mehrentheils trockener Flußbetten erstaunen, wenn nicht Humboldt gezeigt hätte, daß sie alte tiefe Furchen des ungleich gehobenen Bodens seien, wie er deren ebenfalls in den peruanischen Wüsten am Fuß der Cordilleren fand, und wie sie (freilich in sehr viel kleinerem Maßstabe) doch schon bei uns als Betten von Wildwässern vorkommen. In hügeligen Ländern sieht man Flußbetten von einer halben Stunde Breite ganz mit Kies bedeckt, nur an den Ufern mit Weiden besetzt, indessen in der Mitte ein 100 Fuß breites, klares Wasser fließt, durch welches fünf- bis zehnjährige Buben mit wahrer Todesverachtung knöcheltief, ja wohl an manchen Stellen knietief waten. Nun kommt ein zweitägiger Regen, und siehe, das ganze Thal ist bis an die Weidengehege und bis zu den Kronen derselben mit wild wogendem, roth gefärbtem Lehmwasser gefüllt. So der Neckar bei Eßlingen, Kanstatt, Heilbronn u. s. w.; so die Flüsse der Wüste.

Einen sehr wichtigen Bestandtheil der Wüste bilden die Oasen, von denen man sich in der Regel ganz falsche Begriffe macht, sowohl hinsichtlich ihrer Größe als auch ihrer Zahl, ihrer Bodenbeschaffenheit, Fruchtbarkeit u. s. w.

„Die Oasen sind fruchtbare Inseln in dem unfruchtbaren Sandmeere," pflegt der Lehrer gewöhnlich zu sagen; allein diese Ausdrucksweise ist nur bildlich zu nehmen und keineswegs eine wissenschaftliche Definition. Der Araber nennt zwar die Sahara ein Meer ohne Wasser, und diese Bezeichnung ist um so lebendiger, als jene Wüste unzweifelhaft einst Meeresboden war; aber Inseln sind *Erhöhungen* des Meeresbodens, und die Oasen sind ebenso oft *Vertiefungen* und selten oder niemals Erhöhungen, sondern nur von Erhöhungen eingeschlossene *Thäler*.

Man nennt die Oasen ferner „kleine fruchtbare Flecke der Wüste", und die meisten Leser, welche sogar die Karte zur Hand nehmen und sehen, daß sie die größte Oase mit einem kleinen Geldstück, einem Groschen, bedecken können, geben sich völlig zufrieden mit der Versicherung, es seien *kleine Flecke*, und wenn sie recht viel Phantasie haben, so denken sie sich diese Flecke doch so groß wie die Stadt Prenzlau oder Reutlingen. Allein diese kleinen Oasen sind so groß wie die größeren Fürstenthümer Deutschlands, manche größer als die kleinen Königreiche desselben, und sie sehen sicher auf der Karte nur klein aus für den der Geographie *Unkundigen*; wer da sieht, daß die kleine Oase des Wad Afalesseles (eines Flusses), welche er mit dem letzten Gliede seines kleinen Fingers bedecken

kann, doch 45 Meilen lang und 15 Meilen breit ist, der sagt sich: diese kleine Oase ist fast doppelt so groß als das Königreich Würtemberg.

Nun sind die Oasen allerdings sehr verschieden an Größe, doch wenige nur giebt es, die nicht ein paar Tagereisen lang und ebenso breit wären, und ist eine Tagereise, in der heißen Zone und auf Kameelen zurückgelegt, auch nicht viel größer als unsere Tagemärsche der Infanterie, nämlich vier Meilen, so hat eine Oase von nur zwei Tagereisen Länge und Breite doch schon eine Größe von 64 Quadatmeilen, was doch nur im Verhältniß zu Afrika klein genannt werden kann, sonst immer ein anständiges Ländchen ist. Der größeren Oasen sind jedoch thatsächlich mehr als der kleinen, weil die ersteren widerstandsfähiger, nicht so leicht von der Wüste her übersandet werden.

Ganze Reiche, welche in der Wüste liegen, sind eigentlich solche Oasen: dahin gehören im Süden Dar el for (Darfur), im Norden aber Fezzan.

Man muß sich nun unter diesen Oasen nicht gerade in die Wüste gefallene Paradiese denken. Fezzan, ein zu Tripolis gehöriger District, hat eine Länge von 60, eine Breite von 40 Meilen, ist im Ganzen gebirgig oder vielmehr nur bergig, im Uebrigen fehlt es nicht an weiten sandigen Strecken. Längs der Hügel, die sich durch den ganzen Raum von Fezzan ziehen, und zwischen denen die langen Thalstrecken sich an einander reihen, findet man einen nicht unfruchtbaren, aber nur mäßig feuchten Boden; die Feuchtigkeit scheint jedoch nicht Tagwasser zu sein, welches von den Bergen herabläuft, sondern scheint im Gegentheil aus dem Erdboden aufzudringen. Dort, wo dieses der Fall ist, zeigt das Barometer einen sehr hohen Stand, so daß man mit Recht die Ansicht aufgestellt hat: die Berge von Fezzan seien zum großen Theile nicht Erhebungen über die Erdfläche, sondern die Thäler seien Einsenkungen unter dieselbe. Dieses Wasser ist sehr häufig entschieden salzig (es giebt jedoch auch viele Quellen guten Trinkwassers), daher die Vegetation ziemlich dürftig; doch wachsen Wassermelonen und einige andere Früchte, welche wie der Kürbis eine sehr kurze Periode der Entwickelung und Lebensfähigkeit haben, in ziemlicher Menge. Es gedeihen ferner Feigen, Mandeln, Baumwolle, Tabak, und ebenso gewiß ist, daß nicht nur die Datteln, ein Hauptnahrungsmittel jener Länder, daselbst gepflegt werden, sondern auch, wie schon Belzoni berichtet, Reis, Weizen, Gerste und Wein gebaut wird, ja mit Getreide werden sogar mehrere Ernten jährlich gemacht.

Auch das Thierreich ist nicht stark vertreten; von Hausthieren sind nur Hühner, Tauben, Kameele und Pferde, als noch seltener das Rind zu nennen; dagegen sind große wilde Säugethiere nicht vorhanden, und

die frühere Annahme eines zahlreichen Vorkommens von Löwen und Hyänen ist unrichtig, da selbst die letzteren selten sind. Strauße kommen in Menge vor, gefährliche Schlangen und besonders viel giftiges Gewürm, unter welchem Skorpione und Tausendfüßer (Scolopendra) obenan stehen. Das träge, nur zum Schacher und Diebstahl fertige und aufgelegte Gesindel, welches die große Oase bewohnt, lebt in den erbärmlichsten Lehmhütten wie die Neger in Mittelafrika.

Nur um Weniges besser sieht es mit dem Reiche Darfur aus, welches in der Gegend der Nilquellen, westlich von Sennaar liegt, und wiewohl an der Grenze der tropischen Regen, doch nur dann und wann etwas von diesen abbekommt; in diesem Jahrhundert wurde Darfur nur von einem Europäer, von Nachtigal im Jahre 1874, bereist.

Die besten älteren Nachrichten über die Oasen im Allgemeinen haben wir von dem schon vorhin genannten Belzoni, einem jungen italienischen Mönch von einer ungemeinen sprachlichen und antiquarischen Gelehrsamkeit, von einer seltenen männlichen Schönheit und von einer Körperfülle und Kraft, welche ihm das Leben im Kloster unerträglich machte, daher er auch, als die Franzosen im Jahre 1803 Italien besetzten, das Kloster verließ und sich eine junge schöne Frau nahm, mit welcher er jedoch in so furchtbaren Mangel gerieth, daß er, um sich und ihr das Leben zu fristen, als „starker Mann" umher zog, Hufeisen auf seiner Brust schmieden ließ und sie dann zerbrach, als wären sie Holzsplitter. So kam er nach England, wo er auch anfänglich vagabondirte, dann auf dem Asthley-Theater Kraft- und Kunstvorstellungen gab, sich als Apollo und als Herkules bewundern ließ, bis er Gelegenheit fand, von seinen Sprachkenntnissen Gebrauch zu machen. Er ging nun nach Aegypten, drang in die große Pyramide von Gizeh und in einige andere, die er zuerst öffnen ließ, drang auf Veranlassung des englischen Consuls Salt in den Tempel von Ypsambul in Nubien, machte eine große Menge höchst wichtiger antiquarischer Entdeckungen und, was für uns am wichtigsten ist, bereiste die libysche Wüste und erreichte die Oase El Kassar, welche von ihm fälschlich für die bereits im grauesten Alterthum hochberühmte Oase des Jupiter Ammon gehalten wurde.

Nicht uninteressant dürfte ein kurzer Auszug der Reisebeschreibung sein, weil er geeignet ist, den Charakter der Wüste zu zeichnen, welche wir in der Regel uns ganz falsch und mit viel zu eintönigen Farben ausmalen, nämlich als eine ununterbrochene Sandfläche; aber so wenig ein ausgetrocknetes Flußbett *eben* ist, so wenig ist ein verlassenes Meeresbett eine Ebene.

Belzoni zog mit seinen wenigen beduinischen Begleitern von El Soff am Nil nach Westen und traf schon am ersten Tage die Ruinen von Ra-

weje Toton, einer großen ägyptischen Stadt mit einigen Fundamenten von Granit, sonst durchweg von Backsteinen erbaut. Trefflich erhaltene, in Kalkstein gegrabene Hieroglyphen deuteten das Alterthum der Ruinen an, aus denen ein Dorf, eine Stunde von der Stadt entfernt, gebaut schien. Die Nacht über blieb Belzoni in einem anderen Dorfe, woselbst er ziemlich fruchtbaren Boden und einen umfangreichen Kleebau fand. Hier wurde das Land noch von einem Arm des Bahr Yussuf (Fluß des Joseph, ein Zweig des Nil, welcher von oberhalb Hermopolis bis nach der Lagune von Alexandrien immerfort mit dem Nil parallel läuft und durch unzählige kleine Flüßchen oder Kanäle mit ihm in ununterbrochenem Zusammenhang steht) bewässert; aber schon am nächsten Tage, wo Belzoni die Wüste betrat, veränderte sich der Charakter der Landschaft: niedrige Felsen und Sandhügel umgaben ihn. Datteln stehen dort in großer Menge; doch sind sie unfruchtbar, weil die nöthige Cultur fehlt. (Die Palmen sind Bäume mit getheilten Geschlechtern, der Baum mit weiblichen Blüthen trägt nicht, wenn nicht der Blüthenstaub eines männlichen Individuums durch Insekten, durch den Wind oder durch künstliche Befruchtung zu dem tragbaren Baume geführt wird.) —

Allenthalben findet man unter dem Boden in geringer Tiefe Wasser, doch ist es meistens salzig oder brackig.

Am vierten Tage zog Belzoni über eine sehr breite Bank durch ein darin eingesenktes Thal und über eine weite Ebene, in welcher er viele Haufen von Knochen antraf, „wahrscheinlich die Ueberreste vom Heere des Kambyses“ (oder vielmehr sehr unwahrscheinlich, denn die Eroberung von Aegypten fand 525 Jahre vor Chr. Geb. statt, und bald darauf der unsinnige Zug durch die Wüste; so müßten damals, als Belzoni dieselben sah, die Knochen schon 2300 Jahre an freier Luft und Sonne gelegen haben; da sie hierdurch des thierischen Leimes verlustig gehen, zerfallen sie in Kalkpulver, in Staub; folglich können dort thatsächlich vorhandene Knochen nicht so alt sein).

Am fünften Tage ging der Weg über eine weite, mit schwarzen und braunen Kieseln bedeckte Ebene, am sechsten erreichte er Bahr Selame, ein ganz trockenes Flußbett, in welchem eine beträchtliche Menge großer und kleiner Erhöhungen die Inseln bezeichnete. An einem sehr entschieden gefärbten Strich längs beider Ufer und der Inseln konnte man deutlich die Höhe erkennen, bis zu welcher das Wasser gestiegen war; leider weiß Belzoni nicht, ob sich dieser trockene Fluß jährlich mit Wasser füllt wie der Nil, oder ob er überhaupt ganz wasserleer ist. Die Araber versicherten, daß dieser trockene Fluß oder vielmehr dies Strombett bis weit nördlich zu den Natronseen fortlaufe. Nach Angabe des Reisenden lagen in dem

Thale mehrere versteinerte Baumstämme. Am Morgen des siebenten Tages führte der Weg an vielen isolirten Inseln und an Sandbänken vorbei, am Mittage sah man hinter einem hohen Hügel die Felsen von El Wah (Wah oder Oah nennen die Araber noch jetzt, wie 1000 Jahre vor Chr. Geb. die Aegypter, solche bewohnbare Stellen in der Wüste, wovon das griechische Oasis und unser Oase entstanden ist).

Bei der Weiterreise nunmehr in der Oase selbst fand er viele Strecken gänzlich unfruchtbaren Bodens mit Salz bedeckt, durch welches Bäche süßen Wassers strömten. Der Boden, das Bett der Bäche, war nach und nach ausgelaugt, so daß das süße, den Quellen entströmende Wasser nichts mehr fand, um sich damit zu verbinden.

Dort traf man deutliche Reste einer alten Stadt, unfern davon ausgehöhlte Felsen, ähnlich den ägyptischen Gräbern, und auch wirkliche Särge aus Thon mit roh gearbeiteten Figuren, Gebeine u. s. w. enthaltend. Die Bewohner glauben, diese Höhlen seien Wohnungen des Teufels, und sind durch nichts zu bewegen, sich denselben zu nahen. Culturfähige, aber nicht cultivirte Strecken Landes könnten viele Tausende von Menschen nähren; die Indolenz der Völker ist jedoch so groß, daß sie nicht einmal ihr einziges Nahrungsmittel, den Reis, ordentlich bauen, daher derselbe schlecht und so werthlos ist, daß selbst die durchziehenden Karawanen ihre Vorräthe nicht durch denselben ergänzen.

Tempel, Katakomben, Sarkophage und Mumien zeigten unwiderleglich, daß hier ehemals eine Bevölkerung gewohnt, welche eine vielleicht nicht unbedeutende Kunstfertigkeit gehabt. Der Wüstensand hat überhand genommen, hat sich des Terrains bemächtigt und die Bewohner vertrieben.

Bei El Cassar, einem Dorfe in diesem Theile der Oase, befindet sich ein 60 Fuß tiefer Brunnen, welcher die Eigenschaft hat, in der Nacht warm, am Tage aber kalt zu sein. Da Herodot erzählt, daß bei dem Tempel des Jupiter Ammon ein solcher Brunnen gewesen, so hält Belzoni diese Stelle für diejenige, an welcher der berühmte Tempel gelegen, eine Hypothese, welche sich jedoch als unrichtig erwiesen, wie die Annahme der verschiedenen Quellentemperatur selbst. Es ist nämlich hier mit der Quelle derselbe Fall wie mit unsern Kellern, von denen noch jetzt der Unkundige behauptet, sie seien im Sommer kalt und im Winter warm, worüber man ihn vergeblich aufzuklären sucht, da sein Gefühl ihm ein besserer Beweis ist als „das dumme Gesalbader so eines Stubenhockers“ oder so ein zerbrechliches Ding wie das Thermometer.

Die Nächte der Tropenregion sind auffallend kalt; bei völliger Windstille und klarem Himmel kann die Lufttemperatur bis in die Nähe des Gefrierpunktes sinken, fast immer kommt sie wenigstens bis + 8 Grad; der

Tag hat + 36 Grad, ja + 40 Grad und noch darüber. Wenn nun der Brunnen eine Temperatur von 20 bis 22 Grad hat, so erscheint er natürlich Nachts warm, bei Tage aber 20 Grad kälter als die Luft, also „kalt".

Unter den früheren Reisenden, welche uns außer Belzoni Nachrichten über diese und andere Oasen gegeben, steht Browne obenan. Im Ganzen sind seine Ansichten mit dem so eben Vorgetragenen übereinstimmend; allein wichtig ist noch der Zusatz, daß alle diese Oasen von ihm gewissermaßen für eine Oase, oder wenn man lieber will, für eine große zusammenhängende Kette von Oasen angesehen werden, welche sich von Nordosten nach Südwesten durch die Wüste bis zu den bewohnten Negerstaaten hinziehen. Es wird dies nur möglichst verborgen gehalten, weil die Bewohner der Oasen die Gemeinschaft mit den Beduinen, von denen sie immer geplündert werden, fürchten, und weil die Beduinen selbst ihnen alle Communication unter einander erschweren und abschneiden.

Am nördlichen Rande der Sahara befindet sich ein ganz ähnlicher Zug von Oasen, welcher gleichfalls wie die östlichen von Browne, aber auch — was von großer Wichtigkeit für die nähere Kenntniß derselben — von Ehrenberg und 1869 von Gerhard Rohlfs besucht worden ist.

Der wichtigste Punkt in diesem Zuge ist die große Oase Siuah, welche man mit mehr Recht als die südliche, von Belzoni besuchte, für die des Jupiter Ammon hält. Von dieser aus geht der Höhenzug immer weiter nach Westen, und auf dem Abfall desselben gegen die Meeresküste giebt es eine große Anzahl bedeutender Flachseen. Der Bergzug selbst besteht aus reinem Kalkfels ohne irgend eine Bedeckung von Sand und fruchtbarer Erde. Die Versteinerungen sind so häufig, daß der Fels selbst beinahe nur aus diesen zu bestehen scheint.

Die Hügelkette, welche von den Natronseen längs des Meeres nach Fezzan läuft, hat immer dieselbe Richtung von Osten nach Westen und ist auf der Südseite immerfort schroff abgeschnitten. Nach einem Verlauf von etwa 100 Meilen schneidet ein anderer Höhenzug sie beinahe senkrecht, und hier, wo in dem Kreuzungspunkte beide vereinigt sich höher erheben, übersteigt man sie wunderlicherweise ziemlich an ihrer höchsten Stelle und auf dem beschwerlichsten Wege. Die zweite Kette von Erhöhungen, welche der langen Erstreckung der östlichen ein Ende macht, läuft weit nach Süden in die Wüste hinein, und auch an ihrem Fuße sind Wasseransammlungen in großer Ausdehnung unter der Erdoberfläche und, wie es scheint, überall mit geringer Anstrengung zu erreichen.

Hat man die Hügelreihe (welche hier zu Bergen und zackigen Felsen, wennschon von kaum 700 Fuß Höhe, wird) auf diesem schlechtesten, aber

allein bekannten Wege überstiegen, indeß man ohne Zweifel an hundert anderen Punkten viel leichter hinüberkäme, so findet man jenseit, im Westen der Moraijekette, welche die erstgedachte kreuzt, wieder das volle Tiefland der Wüste, welches mitunter bis zum Meere nordwärts und bis zu der großen Oase Fezzan westlich streicht, welche, nach dem Bericht der Reisenden, wie die anderen aus einer Gruppe von tiefen Stellen der Wüste besteht, dadurch aber wasserreich und mithin in diesem glücklichen Himmelsstrich, wo die tropischen Pflanzen nur Boden und Feuchtigkeit brauchen, um auf das Ueppigste zu gedeihen, überaus fruchtbar ist.

Der Oasenzug läßt sich nach verschiedenen Richtungen weiter verfolgen, durch Tunis hindurch bis nach dem Atlas und Marokko, indem die von dem Atlas nach Süden abfallenden Ströme, wenn sie auch während der trocknen Jahreszeit ganz versiegen, doch in der kurzen Vegetationsperiode dieser Länder eine sehr üppige Tragekraft hervorrufen.

In jener Gegend liegt auch das halb fabelhafte Reich Biledulgerid oder Bileh al Scherid (Dattelland), welches so weit gesteckte Grenzen hat, daß Niemand eigentlich weiß, wo es zu suchen ist, von Tripolis, Tunis und dem Atlas nördlich, von der Wüste südlich begrenzt, eine Angabe, welche so gut ist wie keine, indem man auch von Tunis, Tripolis u. s. w. nicht weiß, wie weit sie reichen. Man behauptet von diesem Lande, daß viele seiner vom Atlas kommenden Flüsse im Sande versiegen und später an anderen Stellen wieder erscheinen, was nichts weiter sagen will, als daß die Gebirgswasser im trockenen Sande und in der glühenden Luft verschwinden, daß sich aber auch viele niedrige Stellen finden, in denen wieder das Grundwasser zu Tage tritt. Jene Ansicht ist für die Araber ganz gut, für uns indessen doch nicht, da wir wohl wissen, daß der Sand, einen Bach oder Fluß aufnehmend, diesen nicht nach einer Richtung führt, sondern rundum von dem Annahmepunkte nach allen Seiten vertheilt. Ein Wiedererscheinen des Wassers in der Wüste kann daher wohl Seewasser, das die Wüste auf drei Seiten begleitet, nicht aber das eines Flusses sein, der auf einem Punkte verschwindet.

Allerdings ist auch diese Lösung der von den Geographen häufig aufgeworfenen Frage: „Woher die Oasen mitten in der Wüste wohl das Wasser bekommen?“ nicht eine für zureichend auszugebende; dazu würde eine genauere Kenntniß erforderlich sein, als wir gegenwärtig besitzen. So viel ist aber gewiß, daß die tropischen Regen in Afrika nur selten weiter als bis zum 16. Grad nördlicher Breite gehen, und daß die Blitzröhren, welche Delham in der Wüste gefunden hat, nichts beweisen, als daß es daselbst dann und wann ein Gewitter giebt.

So viel ist bereits festgestellt worden, daß die Erscheinung der Oasen

durchaus kein isolirt dastehendes Phänomen ist, sondern daß ein weit verbreiteter Seegrund, dem sich die Strecken des Bodens mehr oder minder nähern, sie erzeugt. Ob dieser Seegrund oder vielmehr das ihn durchdringende Wasser mit dem Nil zusammenhänge, ist schwer zu entscheiden; Kämtz hält es jedoch nicht für unwahrscheinlich, daß ein solcher Zusammenhang vorhanden sei. Unterhalb Assuan (dem alten Berenice, gerade unter dem Wendekreis gelegen) beginnt ein Thal, das die Wüste in der Richtung auf die große Oase durchschneidet, und es käme hier auf ein genaues Nivellement an, um zu bestimmen, ob das Nilwasser wirklich hoch genug stehe, um durch hydrostatischen Druck bis dorthin zu gelangen. Auch der von Belzoni aufgefundene trockene Fluß scheint darauf zu deuten, daß sich zuweilen, wenn die Regenzeit auf dem Hochlande einmal besonders ausgiebig ist, bedeutende Wassermassen nach dieser Richtung verbreiten. Noch findet man gerade in der Umgebung des Nils solche unterirdische Wasser durch ganz Aegypten, daß man sie auch in ziemlich großen Entfernungen durch Graben jederzeit erreichen kann; ja die Natronseen, welche 8 bis 10 Meilen vom Nil entfernt liegen, steigen und sinken mit diesem zugleich, ohne mit ihm auf sichtbare Weise zusammenzuhängen; daher es denn wohl möglich wäre, daß der Druck des Wassers noch weiter reichte, und die überall, auch in der Mitte der Wüste, erbohrten Grundwasser nur diesem, sowohl vom Nil als vom Meere aus, zu danken und nicht atmosphärischen Ursprungs wären.

Viel genauer bekannt als Afrika ist uns gegenwärtig Asien. Dort haben die Engländer durch ihre Eroberungen uns die ungeheuren Tiefländer des Indus, des Ganges, des Bramputr, des Irawaddi, des Menam und des Cambodja, d. h. ganz Vorder- und Hinterindien, vom persischen Meerbusen bis an die Grenze von China, aufgeschlossen; auch von dem himmlischen Reiche der Mitte — wie die Chinesen stolz ihr Land nennen — wissen wir, daß seine dem Meere zugekehrten Theile fast durchgängig Tiefland sind; endlich aber ist das unter russischer Herrschaft stehende Nordasien ebenso aufgeschwemmtes oder Tiefland, vom Ural bis zum Apfelgebirge am Ochotskischen Meerbusen ganz eben, nichts als das von dem südlich liegenden Gebirge, durch unzählige große und kleine Ströme herabgeführte Gerölle, Geschiebe und Sand-, Lehm und Kalkgemenge, zum großen Theil an seiner Oberfläche in fruchtbare Dammerde verwandelt, darbietend.

Von dem Innern von Neuholland wissen wir noch weniger als von Afrika; die Reisen, die strichweise nach seinem Centrum zu unternommen worden sind, geben übrigens der Muthmaßung Raum, daß es ein ausgedehntes Tiefland sei und nur an seinen Rändern Berge habe, ein Land

der Paradoxen, mit schwarzen Schwänen und weißen Raben, mit Vögeln ohne Federn und Bäumen ohne Blätter, Quadrupeden mit Vogelschnäbeln und Fischschuppen, mit Säugethieren, welche ihre Jungen gleichsam zweimal gebären, und was solcher Wunderlichkeiten mehr sind, zu denen denn auch gehört, daß es Flüsse giebt, welche von der Küste nach dem Innern des Landes fließen, und daß überhaupt das ganze Land, so weit man es kennt, seine Höhen nicht in der Mitte, sondern an den Rändern hat (worin es allerdings mit Südamerika einige Aehnlichkeit zeigt).

Aus dem Angeführten wird der unbefangene Leser sofort entnehmen, daß sich für die Vertheilung der Tiefländer keine Norm aufstellen läßt. Allerdings zeigt die oberflächliche Betrachtung, daß die Tiefländer an den Flußmündungen zu suchen sind (Holland, Niedersachsen, Hannover ꝛc.). Ein näheres Eingehen auf diesen Gegenstand zeigt indessen sofort, daß es falsch wäre, dergleichen zu behaupten, selbst wenn man es durch die Beispiele von Indien und Aegypten scheinbar unterstützen könnte; denn schon Europa widerlegt eine solche Annahme, da das Tiefland vom schwarzen Meere durch den breitesten Theil des Continents bis nach dem weißen Meere reicht. In noch großartigerem Maßstabe bietet uns ganz dasselbe Nord- und Südamerika dar.

Wir werden bei Betrachtung der Hochländer und ihrer Vertheilung ganz dasselbe finden; auch sie und ihre Stellung lassen sich, so wenig wie die Gebirge, in ein System bringen; denn so sehr der Mensch das Systematisiren liebt, so wenig liebt es die Natur.

Die Hochländer (nicht Gebirge) sind zum großen Theil auch Ebenen wie die Tiefländer, nur nicht gerade ganz so flach wie diese, sie unterscheiden sich jedoch wesentlich von ihnen durch die Erhebung über die Meeresfläche; wenn man die ersteren durchweg als Niederschläge der Flüsse betrachten muß, wenn sie entstanden sind dadurch, daß Regen, Schnee und Sturm die durch Verwitterung losgerissenen Theile von den Erhebungen der Erde herabgeführt in die Vertiefungen derselben und diese ausgefüllt hat, so wird man die Hochländer (Hochebenen, Plateaus) als Ueberreste aus jenen Abwaschungen und Abspülungen betrachten müssen; daher ist auch zweierlei an ihnen stets auffallend ersichtlich. Die Flüsse, welche sie durchströmen, haben ein sehr viel tiefer eingeschnittenes Bett als in den Tiefländern (woselbst ihr Wasserspiegel häufig sogar beträchtlich höher steht als die Ebene des umliegenden Landes, daher kostspielige Ufer- und Deichbauten nothwendig sind), und die Ackerkrume, der tragfähige Boden,

ist bei weitem weniger mächtig als in den Niederungen; hier erlangt man mit dem Doppelpfluge, mit zwei Spatenstichen noch nicht den rohen Boden, ja oft hat der Ackerboden eine Mächtigkeit von 20 bis 50 Fuß; dort auf den Hochebenen ist er schon mit 6 Zoll erschöpft. Sehr gediegene Landwirthe des badischen Hochlandes haben den Verfasser versichert, sie möchten nicht einen Zoll tiefer pflügen lassen als gewöhnlich, denn sie würden vollkommen unfruchtbaren Boden heraufbringen, und dieser würde ihre Saaten so beeinträchtigen, daß sie vielleicht kaum den vierten Theil des Ertrages von ihrem Gute ziehen dürften; allerdings sei durch mehrjähriges Düngen und häufiges Pflügen, d. h. Durcharbeiten des neu gewonnenen mit dem alten, dieser neue auch fruchtbar zu machen, und es würde alsdann eine tiefere Ackerkrume vorhanden sein als vorher, ein unzweifelhafter Gewinn, allein keineswegs den Schaden aufwiegend, welcher durch dreijährige Arbeit ohne Ernten in dieser Zeit erlitten werde.

Dergleichen kennt das Tiefland nicht; wenn die Ackerkrume erschöpft ist, pflügt man tiefer und bringt besseren, neuen und tragfähigen, humusreichen Boden herauf, man wendet den Doppelpflug an und pflügt einen ganzen Fuß tiefer, ja man rajolt den Garten 2 bis 3 Fuß und hat immer den trefflichsten Boden unter sich. In den Niederungen (im Tiefland des Tieflandes) könnte man klaftertief und viele Klafter tief graben, ehe man auf unfruchtbare Ablagerungen käme; das Weichselthal, das Rheinthal in ihrem unteren Verlauf zeigen dergleichen bereits; allein der Ganges, Orinoco und Mississippi geben die auffallendsten Belege dafür: man kann nirgend bis auf den Untergrund, bis auf den Fels gelangen, Bohrungen bis zu mehreren hundert Fuß Tiefe sind immer in den Schlick, den durch die Flüsse herbeigeführten, von den Höhen abgeschwemmten Boden gedrungen, ohne irgendwo auf Widerstand leistende Schichten zu kommen.

Die Bewohner der Hochländer haben mit diesem Bestreben der Flüsse, Alles zu nivelliren, immerfort zu kämpfen. In den Weinbergen sucht ein Jeder zuunterst eine Grube auszutiefen, um das Regenwasser aufzufangen, welches seine Hügel abspült; es führt den fruchtbaren Boden mit sich herab und läßt ihn, selbst verdunstend, in der Grube zurück, und von hier trägt der Winzer die Erde immer wieder den Berg hinauf, eine nie endende Sisyphusarbeit. Bei weitem mehr, als gesammelt wird, strömt in die Thalschluchten, in die Bäche und durch diese in die Flußbetten, welche daher nach dem Regen ein trübes, schokoladenfarbiges, dickes Lehmwasser führen, was wiederum mit den Flüssen in den Tieflanden, so lange sie nur in diesen ihren Verlauf haben, nicht der Fall ist; die Spree z. B., die Netze, die Brahe und viele andere haben klares Wasser; der

Rhein und die Weichsel, welche aus dem Gebirge durch das Hochland zum Niederlande herabströmen, haben immer trübes; dasselbe ist mit dem Missisippi der Fall, indessen dieser bis zu seiner Vereinigung mit dem Missouri klar bleibt. Dieser letztere entströmt dem Gebirge und geht durch das Hochland, während der Missisippi ein recht eigentlicher Tieflandsstrom ist; sein Ursprung in der Nähe der canadischen Seen, die selbst zum Tieflande von Nordamerika gehören, beweist dies zur Genüge.

Die Delta-Ablagerungen sind es, welche aus dem von den Hochländern abgeschwemmten Boden entstehen; daher werden die Flußniederungen immer reicher an Erde, indeß die Hochländer immer ärmer werden.

Einen schlagenden Beweis für den geringen Bodengehalt des Hochlandes liefert uns die Umgegend von München. Als der um Baiern hochverdiente Oberst Thomson, nachmaliger Graf Rumford, die Residenz mit einem Park schmücken wollte, fehlte es an der nöthigen Erde, um den Bäumen den nöthigen Halt und Nahrung zu gewähren; auf mehrere Hundert Fuß tief liegt dort das Gerölle, welches die stürmische Isar von den Gebirgen herunterführt; allein dies Gerölle kann durch den wenigen, in seinen Zwischenräumen liegenden Lehm keinem Baum ein Wachsthum verschaffen, wie es für gesundes Holz erforderlich ist. Der vom Kurfürst Karl Theodor angelegte und von seinem Nachfolger Maximilian, nachmaligem Könige von Baiern, erweiterte Park (welcher den Namen des englischen Gartens hat) wäre dieses Umstandes wegen ein krankes Kind geblieben, wenn nicht der überaus praktische Rumford das Herbeischaffen von Erde angerathen und angeordnet hätte. Viele Tausend Morgen Landes mußten aber angekauft werden, um dem englischen Garten einen Fuß Ackerkrume zu verschaffen.

Die mageren 3 und 4 Zoll, welche man auf der Fläche um München fand, wurden abgeschält und nach dem englischen Garten, an manchen Stellen, wo es nöthig schien, allerdings auch mehrere Fuß hoch aufgefahren; die geplünderte, jetzt nach mehr als 60 Jahren noch unbebaubare Fläche betrug mehr denn sechsmal so viel als die mit der davon genommenen Erde cultivirte Fläche des Parks, der jetzt allerdings schön ist und sich wegen der geschmackvollen Gruppirungen, Wiesen- und Baumpartien weit über den Prater von Wien, die Anlagen von Stuttgart und die Parks von London stellen kann, wenn schon er als unbedeutend verschwindet neben dem Thiergarten von Berlin, der sowohl an Ausdehnung als Reiz und Abwechselung oder an üppigem Baumwuchs Alles übertrifft, was der Art von künstlichen Gärten gefunden wird, allerdings begünstigt durch seine Lage in dem fetten Lehm- und Marschboden des Tieflandes.

Diese Behauptung wird gewiß Diejenigen frappiren, welche gewohnt sind, Norddeutschland als eine europäische Sahara zu betrachten, wie es z. B. in Süddeutschland immer geschieht, wo man glaubt, daß in Preußen, Sachsen, Mecklenburg nur Hafer und Kartoffeln wachsen; dies hindert nun allerdings so wenig den prächtigsten Weizen, die Fluren zu schmücken, als es die feinsten Obstsorten und Gemüse hindert, die zahllosen Gärten zu zieren; indessen gegen eingewurzelte Vorurtheile zu kämpfen, ist vergeblich, die Süddeutschen glauben viel eher, der Erzähler sei ein Lügner, als daß sie zugeben, Norddeutschland sei etwas Anderes als eine unfruchtbare und kalte Sandwüste, bis denn Einer und der Andere einmal eine Reise dahin unternimmt und dabei erfährt, daß der Teufel doch nicht ganz so schwarz sei, als man ihn gewöhnlich malt.

Ein uns zunächst gelegenes Hochland ist das mittlere Deutschland; langsam steigt zu demselben der Boden von der Ost- und Nordsee her auf. Alle Flüsse Deutschlands, mit Ausnahme der Donau, gehen von Süden nach Norden, der Boden muß sich mithin von Norden nach Süden erheben. Steigt man den Rhein, die Weser, die Elbe hinauf, so gelangt man nach und nach in Gegenden, welche 1000 bis 1500 Fuß über dem Niveau des Meeres liegen und doch ganz flach und eben, wie die Gegend von München, und nur wenig hügelig sind, wie das Unterland von Würtemberg. Bei dieser Reise durchschneidet man, merkwürdig genug, eine von den Vogesen bis zu dem Erzgebirge laufende, nicht unbeträchtliche Bergkette vielfach. (Erdball, Theil II.: Stromsysteme.)

Dies ist die unterste Stufe des Hochlandes; durch die mittleren Regionen des Schwarzwaldes, durch die weit gestreckten Ausläufer desselben gelangt man, so wie in Baiern durch die Ausläufer der würtembergischen Alp, auf die mittlere Stufe dieses Hochlandes, und das baierische und würtembergische Oberland mit den Quellen der Donau ist die oberste Stufe desselben, wozu man mit Recht die Ebenen der rauhen Alp, der Hardt und des Schwarzwaldes zählt, welche sich nach der Donau hin abdachen.

Ein ähnliches Hochland ist das von Castilien; Madrid liegt noch 500 Fuß höher als München, nämlich 2012 Fuß über dem Meere. Toledo hat 1750, Guadalaxara 2200 und Molina 3250 Fuß Meereshöhe auf ebenem Lande. Noch viel ausgedehnter und höher sind aber die Plateaus von Mexico, von Südamerika (Quito) und am ausgedehntesten und höchsten die von Centralasien, woselbst sie Hunderttausende von Quadratmeilen umfassen und in dieser Ausdehnung an Höhe den Gipfeln der Alpen (12 000 Fuß) gleich kommen.

Diese Hoch- und Tafelländer sind immer nur als der Fuß, der

Unterbau der sich nun erst aus diesem erhebenden Gebirge zu betrachten. So steigen aus dem deutschen Hochlande die Alpen, aus dem amerikanischen die Andes, aus dem asiatischen die thibetanischen Ketten empor, und zwar immer um so höher, je höher das Tafelland ist. Das europäische, von durchschnittlich 2000 Fuß, entsendet die Alpen mit 12—14 000, das mexicanische von 6000 gebiert Höhen von 18 000, das südamerikanische von 9—10 000 stützt Berge von 22 000 Fuß, und das asiatische trägt Berge von 26 000 Fuß über sich. Merkwürdig ist übrigens, daß trotz der immer steigenden Berghöhe doch das Verhältniß der Berge zu dem Plateau ein umgekehrtes ist, nämlich je niedriger das Plateau, desto höher die Berge, im Vergleich mit der Höhe des Plateaus; so trägt das deutsche Hochland Berge, welche sechsmal so hoch sind als dieses, das mexicanische hat deren nur dreimal so hohe, das von Peru und Quito zwei- und ein halbmal und das von Asien nur noch einmal so hohe. Die Berge von 24 bis 26 000 Fuß stehen auf Hochflächen von 12—14 000 Fuß.

Ohne Zweifel läßt sich dieses nur annäherungsweise zeigen, keineswegs in ein System bringen; wenn es auch häufig der Fall ist, müssen wir uns doch sehr hüten, es zu verallgemeinern, wir stoßen sonst auf Fälle, in denen die eigensinnige Natur unsere schönsten glänzendsten Theorien umwirft.

Die Erhebung von Bergketten hat überall in einer sehr eigenthümlichen Weise unsymmetrisch stattgefunden, so daß die Gestaltung eines Gebirges auf beiden Seiten fast niemals gleich ist. Die Karpathen verlaufen sehr langsam nach dem Quellengebiet der Weichsel und der Oder und fallen schroff und steil gegen Süden ab nach dem Tieflande der Theiß und der Donau. Siebenbürgen, mit dem in einem großen Halbkreise herumlaufenden südlichsten Ende desselben Gebirges, zeigt ein ganz Gleiches mit der entgegengesetzten Seite der Karpathenkette. Der äußere Abhang des Halbkreises verläuft nach Norden zu allmählich; derselbe äußere Abhang am Südende der Kette stürzt schroff nach Süden in das durch den Schlamm und Lehm der Donau aufgefüllte Tiefthal, welches wir die große und die kleine Wallachei nennen, und welches zwischen den Balkan (oder Hämus) und die Karpathen gerade so eingeklemmt ist wie die Lombardei zwischen die Alpen und die Apenninen; auch fehlt keineswegs die Verbindung zwischen diesen beiden Bergzügen, sie ist zwischen Serbien und der Banater Militärgrenze vorhanden, und die Donau war genöthigt, ein mächtiges Gebirge zu durchbrechen, wie der Rhein bei Bingen, um sich freie Bahn zu schaffen. Um die Aehnlichkeit mit der Lombardei vollständig einzusehen, genügt ein Blick auf die Karte; wie bei gleicher Form und gleicher Lage der ganze Raum, den die dreimal so große Wallachei

einnimmt, nichts weiter als ein tiefer Busen des schwarzen Meeres war, so war die Lombardei ein Busen des adriatischen Meeres. Das Delta des Po rückt immer weiter in dies Meer hinein, so wie das Delta der Donau in das schwarze Meer, und was die Donau von den Alpen und dem Schwarzwalde herabführt, das befruchtet und vergrößert alljährlich die Dobrudscha und Bessarabien.

Umgekehrt verhält es sich mit der innern Seite des Halbkreises, den die Karpathen bilden; das nördliche und westliche Ende desselben fällt steil gegen die Tiefebene der Theiß ab, die sich bis an seinen Fuß erstreckt; es verläuft dagegen der südliche Theil langsam in die Hochländer von Siebenbürgen, und zwar nicht von Norden nach Süden, sondern von Süden nach Norden.

Die Alpen geben dasselbe Bild; auf der einen, der nördlichen Seite verlaufen sie in die sogenannte niedere (auch wohl ebene) Schweiz, Basel, Konstanz, Neufchatel, Zürich, und gehen aus dieser in das Hochland von Würtemberg, Baiern und Baden über, langsam nach Norden abfallend; auf der südlichen Seite stürzen sie schroff und steil nach der Lombardei hinab, von welcher aus man daher auch eines bei weitem erhabeneren und prächtigeren Anblickes der Alpen genießt als von Norden her, wo man 2—3000 Fuß hoch steht, bevor man den vollen Anblick derselben hat.

Ein weit ausgedehnter Gebirgsstock, der skandinavische, vom Kap Lindenäs bis zum Nordkap durch 13 Meridiangrade in einer Länge von mehr als 200 Meilen gestreckt, fällt auf der nach Westen oder Nordwesten gerichteten Seite schroff und steil ab, nichts als Fjorde mit zwischen dieselben geschobenen Felsmassen und Vorgebirge bildend, indeß eben dieses Gebirge gegen Osten und Südosten langsam bis zum Meereshorizont verläuft.

In einem noch großartigeren Maßstabe findet das in Amerika statt; die Andes, mit ihrer Fortsetzung durch den Isthmus von Panama und durch die Felsengebirge bis nach der Behringsstraße reichend, verflachen sich ostwärts langsam durch weitgestreckte Hochländer, die allmählich in flaches und in Tiefland übergehen; auf der ganzen Westseite dagegen stürzen sie aus 22 000 Fuß Höhe in dem kurzen Zwischenraum von 15 Meilen und weniger in das Meer, welches sie mit senkrechten Felsen begrenzen. Der Kamm des Gebirges steht hier einen Grad, dort 25 Aequatorgrade von dem Ocean entfernt.

In ganz gleicher Weise sehen wir das Himalayagebirge verlaufen. In seiner ganzen Höhe ragt dasselbe über das südlich und südwestlich gelegene Indien hervor. Indus, Ganges und Bramputr bilden ein großes, zusammenhängendes Tiefland, von den höchsten Gipfeln der thibetanischen

Bergkette von 25 000 Fuß überragt. Nach Norden von dieser Kette liegt zunächst das Hochland Thibet mit einer mittleren Höhe von 11 000 Fuß, auf Tausende von Quadratmeilen aber über 13 000 Fuß messend (das Plateau von Thibet ist über 25 000 Quadratmeilen groß).

Ein Gebirgsrücken scheidet dieses Land von Thian-Schan-Nan-Lu oder der sogenannten hohen Tatarei, einer zweiten Terrasse des Gebirgsstockes, von welcher man auf eine dritte Terrasse, die der Dschungarei und Mongolei, niedersteigt; nun erst gelangt man auf die niedrigste Terrasse, nach Sibirien. Eine jede dieser Flächen liegt durchschnittlich 3000 Fuß tiefer als die dem Gebirgsstock näher liegende; im Ganzen aber durchläuft das Hochland und Flachland von dem Himalaya nach Norden eine Strecke von 750 Meilen, um bis zur Meereshöhe zu gelangen, nach Süden dagegen beträgt der Gebirgsabfall, die Basis der Böschung, nur etwa 30 Meilen.

Hier aber, wie überall, muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß eine bestimmte Norm keineswegs gefunden worden ist, und daß das Gesagte sich keineswegs in ein durchgreifendes System bringen läßt. Die Pyrenäen fallen nach dem Ebro nicht um ein Bedeutendes langsamer ab als nach der Garonne; der Kaukasus ist gegen den Terek so steil, wie gegen den Kuban, und die Alleghanies sind nach dem atlantischen Meere zu nicht im mindesten steiler abgedacht als nach dem Ohio zu.

Von diesem Gebirge hat man überdies einen ganz falschen Begriff; man glaubt gewöhnlich, es verlaufe von Florida bis Neu-Braunschweig dicht am Meere, weil es geschmackvollen Kartenzeichnern, wie Vollrath Hoffmann, denen ein weißer Fleck auf der Karte etwas Anstößiges, Unschönes war, so gefiel, zwischen je zwei Bäche oder Flüßchen, die in das Meer fielen, einen anmuthigen Gebirgszweig einzuschieben, welches allerdings der Karte Relief giebt, wennschon an Orten, wo es in der Natur nicht vorhanden ist. Florida, Georgien, Süd- und Nord-Carolina, Virginien und Pennsylvanien sind nur im Herzen des Landes gebirgig, am Meere aber in einer Breite von 40 bis 60 Meilen ganz flach, also Tiefland, was schon aus dem in diesen Staaten (Pennsylvanien ausgenommen) stark betriebenen Reisbau hervorgeht.

Südlich von diesem Gebiete liegt Alabama und das Mississippiland, ostwärts Tennessee und Kentucky, der Ohiostaat und die canadischen Seen; auch hier ist nur der gegen das Gebirge gerichtete Theil des Staates bergig; der bei weitem größere Theil ist das weit ausgedehnte Flach- oder Tiefland des Mississippi und Ohioflusses, und das Alleghanygebirge fällt nach beiden Seiten, der südöstlichen wie der nordwestlichen, gleich steil oder ganz langsam ab.

Wir haben noch ein Beispiel in dem Atlas. Der große (nach der Wüste gerichtete) und der kleine Atlas,*) die der Küste zunächst stehende Gebirgsmasse, laufen ziemlich parallel und haben zwischen sich eingeschlossen ein Hochland, von den zum Theil noch nicht unterworfenen Stämmen bewohnt. Die Höhen, welche zwischen diesen Bergketten liegen, sind, obschon von dem Geographen Carette bereist, doch bis jetzt noch wenig bekannt. Der ganze Raum ist von Flußbetten und Seebecken erfüllt, welche zur Regenzeit sich mit einander zu verbinden scheinen und so eine Wasserwüste bilden, wie das Land in der trockenen Jahreszeit eine Sandwüste ist. Nur an einer einzigen Stelle ist der nördliche Atlas durch den Wad Schelif, welcher bei Mostaganem ins Meer fällt, durchbrochen; dies findet unterhalb des Plateaus von Sersus, bei dem Oertchen Bu Kar statt. Durch diesen Spalt führt der Wad Schelif einen Theil der Gewässer von den inneren Seiten der beiden Ketten nach dem Mittelmeere; die übrigen steigen als Dampf auf und werden von dem großen Luftstrom, welcher von der Wüste immerfort aufsteigt, fortgerissen, so daß sie dem Lande nicht als Regen zu Gute kommen, der nur mit dem nach den Jahreszeiten herrschend werdenden Westwinde vom atlantischen Ocean herüberzieht.

Diese beiden Bergketten haben nun nach Norden und nach Süden einen fast gleich steilen Abfall; denn die Falat- und Centralwüste südlich von dem großen Atlas hat eine so niedere Lage, daß man, wie bereits bemerkt, an manchen Stellen sie für tiefer liegend als den Meeresspiegel hält, und der Wad Djedi, welcher, obschon er die sämmtlichen Quellen des südlichen Abhanges empfängt und zur Regenzeit ein mächtiger Strom ist, doch meist trocken liegt, hat in der Mitte seines Laufes kaum 48 Fuß Meereshöhe, und der Sebka Milrir (See Melrir), welcher 60 Meilen lang, halb in Algerien, halb in Tunis liegt, am untern Ende des gedachten Stromes und dessen sämmtliche Gewässer aufnehmend, hat doch keinen Abfluß nach dem Mittelmeere; dieser müßte in der Gegend von Kabes gefunden werden. Der höchst unbedeutende Bach Wad el Akareith, welcher, kaum vier Meilen lang, bei Tafalamah in das Meer fällt, reicht nicht bis an den See oder Sumpf von Melrir.

Wir sehen aus allen diesen Beispielen, wie wenig die Natur geneigt ist, dem Menschen zu Gefallen zu sein und sich nach seinen Systemen zu richten; wir wollen daher auch nicht durch sogenannte Profile den Durchschnitt eines Welttheiles von einem Meere zum andern geben, weil dadurch

*) Diese Bezeichnungen rühren von französischen Geographen her. Richtiger läßt sich der Atlas eintheilen in den hohen des Südwestens, in den kleinen der Nordküsten und in die Berglandschaften des großen Atlas.

nichts bewiesen wird (da, je nachdem man die Richtung des Schnittes legt, das Profil anders wird), hauptsächlich aber eine der Wahrheit getreue Darstellung völlig unmöglich ist und eine solche Karikatur eines Durchschnittes dieses oder jenes Welttheiles, wie man dergleichen in den Lehrbüchern häufig findet, statt Begriffe zu geben, diese Begriffe nur verwirrt.

Unmöglich? Was ist denn der fortgeschrittenen Kunst und der ausgebildeten Technik unmöglich? Nun z. B. die plastische Darstellung des Verhältnisses einer Höhe zu einer Länge, wenn diese letztere tausendmal größer ist als die erstere. Gesetzt, wir hätten einen Durchschnitt von Asien von Süd und Nord, welcher quer über die Seite dieses Buches ginge, so haben wir auf eine Länge von 11 Centimeter den Himalaya mit $^1/_{10}$ Millimeter, Thibet mit $^1/_{20}$ Millimeter und die Mongolei mit $^1/_{50}$ Millimeter aufzutragen; das *ganze Millimeter* ist aber nur so lang als die *Hälfte* eines n in dieser Schrift, d. h. das n hat eine Höhe, welche der Länge von 2 Millimeter gleichkommt.

Man hilft sich nun freilich, indem man die Höhe zehnmal so groß macht als die Länge; aber auch dies würde noch kaum auszudrücken sein, wenigstens kein anschauliches Bild und doch schon eine *Verzerrung* geben; wie nun erst, wenn man gar die Höhe hundert- und zweihundertmal so lang macht, als sie wirklich ist, d. h. einen Himalaya dahin zeichnet, welcher 200 Meilen hoch ist? Der Verfasser verschmäht dieses Hilfsmittel daher, eben weil es keins, sondern nur ein *Verwirrungs*mittel ist, und will sich auf sonstige Weise zu helfen versuchen.

Kehren wir zur näheren Betrachtung der drei großen Abschnitte des über dem Wasser erhabenen Theiles unserer Erdoberfläche zurück, so finden wir, daß „das Knochengerüst der Erde", wie Buache, ein französischer Naturforscher des vorigen Jahrhunderts, die Gebirge nennt, keineswegs einen bestimmten Zusammenhang hat, an einzelnen Stellen in Schulter- und Hüftknochen, an anderen Stellen in einen Rückgrat, wie bei einem organischen Wesen (wozu man die Erde in jener Zeit nicht selten machte), vortritt oder ausläuft. Man findet, daß die Gebirge nicht regelrecht vertheilte Centralpunkte sind, nicht Verbindungslinien haben, welche selbst durch weitgestreckte Tiefländer oder Meere nicht unterbrochen werden, wie die Alpen mit dem Ural und dem Himalaya durch das Waldaigebirge in Polen und Rußland (welches gar nicht existirt, wovon auch nicht einmal Sandhügel oder Dünen eines verlassenen Meeresufers Zeugniß geben), sondern daß die hebenden Kräfte, die plutonischen Gewalten in dem Innern unseres Planeten, ebenso die Trockenlegung der Welttheile überhaupt bewirkt, wie auch gleichzeitig oder nachträglich, und zwar in sehr verschiedenen

Zeiträumen die Plateaus und die Gebirge erhoben haben, und daß von einem regelmäßigen Zusammenhange, eben dieser Ursache wegen, keine Rede sein kann.

Eine naturgemäße Ansicht von diesem wichtigen Theile der Erdkunde führten zuerst zwei berühmte Geognosten, nämlich A. von Humboldt und L. von Buch und, würdig ihnen zur Seite stehend, der größte Geograph unserer Zeit, C. Ritter, ein. Die Ersteren waren durch die eigene Anschauung verschiedener Länder und Welttheile, der Letztere aber durch eine vor ihm vielleicht noch nicht dagewesene Belesenheit ganz besonders befähigt, eine Umgestaltung der physischen Geographie und ein Zurückführen auf die natürlichen Zustände zu bewerkstelligen. Die beiden erstgenannten Gelehrten hatten ein tiefes, gründliches physikalisches Wissen, eine gediegene Kenntniß der neuen Werner'schen Lehre der Geognosie zur Basis ihres Studiums gemacht und hatten durch die Anschauung auf ihren vielen Reisen den Bau weiter führen und vollenden können; Ritter, nicht so begünstigt durch Reichthum wie die beiden anderen Gelehrten, konnte nur, in der Eigenschaft eines Hofmeisters seine Eleven begleitend, Frankreich, Deutschland, die Schweiz und Tirol sowie Italien bereisen; doch was ihm an eigener Anschauung gebrach, ersetzte er durch die umfassendsten Kenntnisse aller nur irgend bedeutenden Reisewerke, offenbar der besten Grundlage einer Geographie, wie sie wirklich ist (nicht einer, wie sie vielleicht sein könnte, oder wie Buache und Buffon sie sich und ihren Lesern einbildeten).

Was vor den Arbeiten jener großen Männer nicht geschehen war, die Berücksichtigung des *inneren* Baues der Gebirge, der *Beschaffenheit ihrer Gesteine*, der Richtung ihrer Schichten, das führten diese Männer ein, weil begreiflich die eigenthümlichen Verhältnisse der Form und der Gliederung der Gebirgsmassen hiermit — nämlich mit ihrem innern Bau und der Beschaffenheit und Anordnung ihrer Theile — in einem durchgreifenden Zusammenhange stehen mußten, ein Gesichtspunkt, welcher, so einleuchtend er auch ist, doch allen früheren Forschern entgangen war, und dessen Erfassung den größten Fortschritt in der geographischen Wissenschaft bedeutet.

Ging man von diesem Standpunkte aus, so lief man nicht mehr Gefahr, zu trennen, was zusammengehört, und zu vereinigen, was keinen Vereinigungspunkt bietet. Wie schwer es aber ist, sich wirklich zu einer *allgemeinen* Anschauung zu erheben, wie leicht man sich verführen läßt, Regeln zu sehen, wo keine sind, bewies auch der große Humboldt; denn er erklärte, gestützt auf seine Forschungen in den Alpen und in den Andes von Südamerika, daß alle Gebirge in ihren Hauptstreckungen in Parallelzüge vertheilt seien und einen Winkel von 45 bis 47 Graden mit der

Erdaxe machten, und er gab sich viele unnütze Mühe, die Ursache dieser Erscheinung in der Anziehungskraft alles Materiellen gegen einander und in der Umschwungsgeschwindigkeit der Erde bei ihrer Bildung nachzuweisen. Unnütze Mühe! Denn es zeigten weiter ausgedehnte Forschungen, unterstützt von denen seines Freundes L. v. Buch, daß sich dieses angebliche Gesetz nicht halten lasse, so wenig als das von Saussure aufgestellte: daß die Hauptstreichungslinien eines Gebirges in sehr naher Beziehung ständen zu den Linien gleicher magnetischer Kraft.

Das zunächst aus dem Meere Erhobene, das Tiefland, umgiebt mit einzelnen Ausnahmen die Continente von allen Seiten; recht grell tritt der Gegensatz hiervon nur in Norwegen und Südamerika hervor, sonst findet man mehrentheils, selbst da, wo die Berge ziemlich nahe an die Küsten rücken, diese Berge doch von einem niederen Vorland umgeben, an anderen Stellen dagegen hat dieses niedere Vorland wieder eine Breite von Hunderten von Meilen, wie von den Ostseeküsten zu den Karpathen und zu dem Ural, oder wie vom La Plata zu den Andes.

Das abwechselnde Näher- und Fernerbleiben der Gebirge von der Meeresküste giebt dem Lande seine Physiognomie, seine äußere Ansicht und Gestaltung, und je stärker diese gegliedert, ausgezackt ist, d. h. je mannichfaltiger die Gebirge vor- und zurücktreten, desto buchten- und busenreicher ist der Welttheil, desto länger ist seine Küstenlinie, desto culturfähiger ist der Erdstrich.

Alle Küsten von Europa sind tief eingeschnitten, so daß es eigentlich als eine große Halbinsel mit vielen daranhängenden kleineren Halbinseln betrachtet werden kann. Nur durch den Ural hängt es mit dem großen Continent von Asien zusammen, sonst hat es auf allen Seiten vielfältig eindringend das Meer zum Nachbar, und zwar in einer Längenausdehnung, welche in Erstaunen setzt. Der arktische Ocean umspült dasselbe, von den nördlichen Ausläufern des Ural oder von der Mündung der Petschora angefangen, in einer Länge von 780 Meilen, der atlantische Ocean mit der Ostsee und den finnischen und botnischen Meerbusen in einer Länge von 1820 und das Mittelmeer mit Einschluß der Dardanellen und des schwarzen Meeres in einer Länge von 1700, also überhaupt auf 4300 Meilen.

Nun hat Europa einen Flächeninhalt von 154 000 Quadratmeilen; Afrika ist aber beinahe 4mal so groß, es enthält 552 000 Quadratmeilen. Wenn man nun erfährt, daß dieser Welttheil am atlantischen Ocean 1460, am Mittelmeere 600, am rothen Meere 340 und am indischen Ocean 1100, also im Ganzen 3500 Meilen Küstenlänge hat, so erstaunt man über das Verhältniß, nach welchem der viermal kleinere Welttheil um ein Drittheil mehr Küste hat als der große, und hiervon hängt die Culturfähigkeit, der

Handel, der Austausch der Produkte, der Reichthum des Landes ab. Dieser günstigen Stellung seiner Landestheile gegen das Meer dankte zuerst Griechenland, dann Italien seine Bildung, mit welcher es allen anderen Völkern voranschritt; dieser Stellung dankt England seinen Reichthum, und der ganze Norden von Europa sein mächtig fortgeschrittenes Wissen, seine hohe Industrie, seine ausgebildete Technik. Wie sehr von Bedeutung aber der Einfluß solcher Lage ist, sieht man schon an nahe gelegenen Beispielen. Der Bauer des mittleren Deutschlands, der vom Meere entfernte Ungar unterscheidet sich sehr zu seinem Nachtheil von dem hannöverschen und holländischen Bauer oder von dem Wallachen, auf den der stolze Magyar gern mit Geringschätzung herabsieht, indeß er in Geschicklichkeit, Gewandtheit, Kunstfertigkeit weit von ihm überboten wird.

Asien hat 822 000 Quadratmeilen, Amerika 789 000; aber Asien hat nur 7700 Meilen, Amerika dagegen hat 9400 Meilen Küstenlänge (nämlich Asien am Mittel- und schwarzen Meere 650 Meilen, am indischen Ocean 3400, am großen Ocean 2100 und am nördlichen Eismeer 1550; Amerika dagegen hat an eben diesem Eismeer 750 Meilen, am großen Ocean 3500 und am atlantischen Ocean, durch seine ausspringenden Winkel, den Golf von Mexiko und die vielen Halbinseln und Einschnitte auf der Nordhälfte, 5100 Meilen), und die größere Länge der Küsten bei der kleineren Oberfläche hat dem Handel und der Betriebsamkeit des Menschengeschlechts in allen Richtungen — auch den schlechtesten — solchen Vorschub geleistet, daß Asien dadurch um ein nicht Berechenbares überboten wird. Bei weitem länger mit europäischer Civilisation in Berührung als Nordamerika ist das portugiesische, holländische, französische und britische Südamerika; dennoch hat das glücklicher für den Handel gestaltete Nordamerika seinen südlichen Bruder weit überholt.

Am schlechtesten bei dieser Küstenvertheilung ist der Continent Neuholland fortgekommen; er hat bei einer Fläche von 146 000 Quadratmeilen (also beinahe so viel wie Europa) doch noch bei weitem nicht die Hälfte der Küstenlänge, nämlich nur 1900 Meilen.

Wie bereits bemerkt, haben die meisten Küsten in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft Tiefland (niemals aber — es sei hier noch einmal wiederholt, weil man nicht oft genug darauf aufmerksam machen kann, daß sich in keiner, die physische Geographie betreffenden Angabe eine feste, ohne Ausnahme dastehende Regel aufstellen lasse, — kann dies verallgemeinert und zum Gesetz erhoben werden), und dasselbe erstreckt sich oft weit genug in das Innere des Continents. Es hat, da bestimmte Grenzen nirgends aus einem nicht anzugreifenden Grunde zu ziehen sind, sehr verschiedene Höhe über, ja sogar unter der Meeresfläche, wie dies Letztere z. B. in

Holland der Fall ist, weshalb die Bewohner genöthigt sind, durch unablässige Arbeiten ihren Boden möglichst wasserfrei zuerst zu machen und dann zu erhalten.

Man wird aus diesen Angaben schon sehen, daß sich eine bestimmte Grenze nicht auffinden läßt. Ein Jeder weiß, was ein großer und was ein kleiner Mann ist; allein Jeder würde sehr in Verlegenheit kommen, wenn er bei einem Regiment, bei welchem alle Mannschaft in eine einzige Linie gestellt wäre, sagen sollte, wo klein aufhört und wo groß anfängt, und wäre er zu Hans gekommen, den er groß nennen will, so würde Kunz, sein Nebenmann, sagen: „Warum zählst Du mich nicht auch zu den Großen? ich bin ja nur um eine Viertellinie, um ein Zwölftheilstrich von meinem Nachbar unterschieden.“

Ebenso unmerklich geht, was die Höhe betrifft, Hochland in Tiefland über. Man ist übereingekommen, diejenigen Länderstrecken, welche sich nicht höher als 1000 Fuß über die Meeresfläche erheben, als Tiefländer zu bezeichnen; allein es ist unzweifelhaft, daß es ausgedehnte Strecken der Erde giebt, welche noch lange nicht 1000 Fuß über der Meeresfläche liegen, und die, wenn von dieser Aeußerlichkeit abgesehen wird, eher die Bezeichnung Hochland verdienen, weil sie sich durch ihren Habitus höchst auffallend von dem benachbarten Tiefland unterscheiden. Ein nordamerikanischer Swamp, ein an Schlangen, Krokodilen und Schlammvampyren reicher Sumpf, der in der Nähe des Ausflusses des Missisippi fast mit dem Meere in gleicher Höhe liegt, ist unzweifelhaft dem Tieflande angehörig. Die benachbarten Ufer des rothen Flusses sind nur 300 Fuß höher; aber sie steigen schnell aus dem Tieflande auf, haben einen ganz anderen Untergrund, festes Gestein, nicht Flußschlamm, haben eine ganz andere Vegetation, eine völlig von jener in den Swamps verschiedene Bevölkerung, haben ein ganz anderes, nicht gesunderes, sondern gesundes Klima, und Keiner von Allen, welche sie besuchen, wird an ihnen den Charakter des Hochlandes verkennen, während uns Tiefland dadurch gekennzeichnet scheint, daß es entweder ehemaliger Meeresboden oder eine Ablagerung des süßen Wassers ist, das sie von mehr oder weniger entfernten Gebirgen niedergespült und gewaschen hat.

Die Ausdehnung der Tiefländer ist bei weitem größer als die der Hochländer; sie nehmen, wie bereits berührt, halbe Welttheile fast ununterbrochen ein, und es fehlt noch viel, daß aller culturfähige Boden, den dieselben größtentheils bieten, wirklich cultivirt wäre. Wir brauchen nicht nach Asien und Amerika zu gehen, um uns von der Wahrheit dieser Andeutung zu überzeugen; schon Ungarn, Polen und Rußland zeigen uns Strecken von Hunderten, ja von Tausenden von Quadratmeilen, die vielleicht noch

Hunderte, ja Tausende von Jahren auf den Pflug und den Spaten warten müssen. Aber es giebt auch ebenso große und größere Strecken, welche der Cultur nicht fähig sind: die Fels- und Sandwüsten von Afrika, die Graswüsten von Amerika und die Eiswüsten von Nordasien. Von den ersteren und letzteren glaubt man dies gern, von den Graswüsten (Llanos) des Amazonen- und Orinocostromes will dies nicht recht einleuchten; doch ist es ebenso unzweifelhaft wie von den amerikanischen Fels- und Staubwüsten. In Amerika, unter einem scheinbar glücklichen Himmelsstriche gelegen und von den Fluthen der beiden ebengenannten mächtigen Ströme und von hundert anderen kleineren durchschnitten und bewässert, nähren dieselben reichlich verschiedene wohlschmeckende Grasarten und in Folge dessen zahllose Rinder-, Pferde- und Maulthierheerden und wieder in Folge dessen mächtige gelenkige Katzen, grimmige Alligatoren, schön gefleckte Schlangen, Vampyre von der Größe einer ausgewachsenen Katze u. s. w., alles dieses aber nur eine Zeit lang während des Jahres. Denn sobald der Brand der senkrecht auf- und absteigenden Sonne einige Zeit gewährt hat, sterben die Gräser ab, die Heerden suchen die Fluß- und Sumpfniederungen auf; aber auch diese werden in der trockenen Jahreszeit von den immer sparsamer fließenden Quellen nicht mehr gespeist, und das von Hunger und Durst gequälte Gethier führt ein dürftiges, schreckliches Leben und wird bei seiner Annäherung an die tiefer gelegenen Stellen eine leichte Beute der gierigen Raubthiere, die sich endlich selbst vor den Strahlen der sengenden Sonne im Schlamm verbergen, vergraben, wie Boa und Alligator immer thun.

Jetzt erscheint ein entgegengesetzter Zustand. Die feuchte, die nasse Jahreszeit kommt, die Gräser keimen von Neuem, wachsen, gewähren dem Gethier reichliche Nahrung; aber bald steigen die gefüllten Flüsse wieder aus ihren nur vor Kurzem noch trocken liegenden Betten auf und über die Ufer. Nunmehr wächst unter dem immer höher fluthenden, gährenden Wasser das Gras nicht so schnell als die Fluth, und bald ist, so weit das Auge reicht und Hunderte von Meilen nach allen Richtungen hin, nichts zu sehen als Himmel und Wasser, und das Heerdenvieh ist jetzt in der Gefahr, zu ertrinken, wie wenige Monden zuvor in der Gefahr, zu verdursten; in beiden Fährlichkeiten lassen viele Tausende ihr gequältes Leben, und es ist wahrhaft bewunderungswürdig, wie unter diesen sich auf einander häufenden Gefahren die Thiere sich vermehren, ja zu zahllosen Schaaren anwachsen können.

Das aber ist auch der einzige Ertrag, den die Graswüsten gewähren. Aus den angeführten Ursachen ist eine anderweitige Benutzung derselben unmöglich; die Trockenheit der einen Jahreszeit wirkt auf die Vegetation der edleren Gräser, der Cerealien, der Wurzelgewächse, der Tabakspflanze, der Baumwolle ebenso nachtheilig, so zerstörend als die nasse, und so sind

sie denn thatsächlich der Cultur nicht fähig, es wäre denn, daß man im Stande sein sollte, den Maranon und den Orinoko einzudämmen, was bei der ungeheuren Wassermenge, die durch die tropischen Regen hernieder-geführt wird, unmöglich scheint. Was für Dämme müßten es sein, die ein Meer von dreißig, vierzig und mehr Fuß Tiefe (stellenweise allerdings auch weniger) zusammendrängten zu einem Strom von einigen Meilen! Sie würden ja fünfhundert Fuß haben müssen; welches Werk von Menschenhand wäre im Stande, einem Druck zu widerstehen, wie solch eine Wassermasse ihn ausübt! Die Dämme der Weichsel, bei 30 Fuß Höhe und 20 Fuß Kronenbreite, werden häufig gehoben, und was will das sagen gegen einen zusammengedrängten Amazonenstrom, der bei niedrigstem Wasserstande ein fließendes Meer genannt werden kann, auf dessen Mitte fahrend, man die beiderseitigen Ufer nicht mehr sieht.

Die Sahara, die wir der durchschnittlichen Erhebung über den Meeres-spiegel wegen als ein Hochland bezeichnen müssen, ist aus anderen Gründen der Cultur nicht fähig; das Land ist nämlich regenlos, weil es pflanzenlos ist. Könnte man nach Jahrhunderte lang fortgesetzten Bemühungen einer zahlreichen Bevölkerung des Atlas, des räuberischen Staates Marokko, vielleicht auch von Tunis her mit einer Besamung des noch halb cultur-fähigen Bodens beginnen und diese nach und nach immer weiter in die Wüste hineinschieben, so würde sich die Zone, welche längs des Nordrandes von Afrika zweimal im Jahre eine Regenzeit hat, allmählich ausbreiten, die regenlose Zone würde immer mehr Terrain verlieren, und Alles, was sandig und staubig in dieser Wüste, könnte allmählich tragfähig gemacht werden. Der Atlas, ebenso sandig wie die Wüste, trägt da, wo die ansässigen Ka-bylen eine zweckmäßige Bewässerung eingeführt haben, den herrlichsten Sommerweizen. Eine Möglichkeit wäre also vorhanden, natürlich mit Aus-nahme der Stellen, wo flacher Fels den Boden bildet. Mit dieser Besa-mung würde das Aufsteigen des heißen Luftstromes aufhören, die Seewinde würden ihre Feuchtigkeit auf dem Lande absetzen, und damit wäre das Spiel für den Menschen gewonnen. Die Karten sind jedoch so gemischt, daß alle Trümpfe auf der feindlichen Seite liegen und der Mensch dieses Titanen-unternehmen gar nicht beginnt, und wohl mit Recht. Welch ein Erfolg wäre zu erwarten, wenn auch 100 000 Menschen daran arbeiteten? Die Sahara hat 150 000 Quadratmeilen; es käme auf jeden Mann $1\frac{1}{2}$ Quadratmeilen zu cultiviren, d. h. 36 000 Morgen; das erforderte eine Arbeit von we-nigstens 12 000 Jahren! Wir wollen den Versuch lieber nicht machen.

Ist es doch im Herzen von Europa nicht möglich gewesen, eigentliche Steppen, wie die Lüneburger Haide, zu bebauen; es sind darin durch den unermüdlichen Fleiß norddeutscher Bauern und durch ihre umsichtige Thätig-

keit allerdings Dorfer von ziemlicher Ausdehnung entstanden; sie erfreuen sich auch einer seltenen Wohlhabenheit, doch nicht, weil sie die Steppe zu Ackerland umgeschaffen, sondern weil sie die Steppe als solche benutzen. Das roth blühende Haidekraut nährt Millionen von Bienenstöcken, die einen reichlichen Ertrag gewähren, und unter dem geschlossen und dicht stehenden Haidekraut findet sich dürftiges Gras, doch genug, um zahllose Schafheerden jahraus jahrein mit der nöthigen Atzung zu versehen.

Allein im Südosten von Europa, dem cultivirtesten Theile der Erde, dem glücklichen Deutschland, und zwar einer seiner schönsten und reichsten Provinzen unmittelbar benachbart, liegen die ungarischen Ebenen zwischen und zu beiden Seiten der Donau und der Theiß. Grasfluren wie die von Südamerika, durch den bei ungeheurer Ausdehnung doch fast ganz wagerechten Verlauf des Bodens ihre Entstehung aus dem Niederschlage des Wassers bekundend, welches einstmals als mächtiger Süßwassersee von 2000 Quadratmeilen Oberfläche das weite Thal zwischen den halbkreisförmigen Karpathen, dem mährischen, dem steirischen Gebirge und den slavonischen Ausläufern der Alpen bedeckte, bis er durch das eiserne Thor sich gewaltsam einen Ausweg bahnte, nehmen jetzt den ganzen Raum zwischen den eben genannten Gebirgen ein, und wie sehr sie eigentlich Tiefland seien, geht daraus hervor, daß man überall beim Nachgraben um einige Fuß Wasser findet, und daß die höchste Erhebung dieser Fläche bei 100 Meilen vom Meere (mit dem es durch die Donau in ununterbrochenem Zusammenhange steht) doch nicht mehr als 200 Fuß beträgt.

Dieses Grasmeer im Centrum eines Landes, dessen Herren die stolzesten der Erde sind, wird nicht cultivirt, weder von den trägen Slaven, noch von den arbeitssamen und demüthigen Deutschen; noch jetzt, wie zur Zeit des Attila und seiner Hunnen, ist dieses wahre Mesopotamien, dieses fruchtbare „Zwischenflußland" eine Steppe, ein Weideplatz für die wilden Pferde- und Rinderheerden; an den Stellen der wenigen, mit niederen Wällen umkreisten hunnischen Lagerplätze sind ebenso sparsam kleine und größe Dörfer aufgetaucht; die wandelnden Lagerstätten haben sich in feststehende verwandelt: dies ist der ganze Unterschied. Auch das Volk ist sich gleich geblieben, es verschmäht jede Arbeit und jeden Fortschritt und hält das Arbeiten für eine Schande, daher nur der Abhängige zwangsweise, und schlecht, arbeitet. Aber wenn auch dieses Alles nicht stattfände, so müßte die Bevölkerung sich wenigstens verdreifachen, und doch würden Jahrhunderte vergehen, ehe die Steppe mit dem üppigen, fruchtbaren Weizenboden in einer Ausdehnung wie die der drei Königreiche Baiern, Württemberg und Sachsen zu einem Kornlande umgeschaffen wäre. Jetzt noch reist man viele Meilen weit, ohne ein Dorf zu treffen, ohne etwas

Anderes als in weiter Ferne einen Hirten neben seiner Heerde zu sehen, ohne eine andere Aussicht, als die auf den fernen Horizont, der bei günstigem Stande der Sonne durch täglich und stündlich sich wiederholende Luftspiegelungen gehoben, bei weitem mehr anzusteigen scheint, als es in der That der Fall ist und so auffallend den eigentlichen Wüstencharakter hervorbringt; denn dieselbe Luftspiegelung sieht man in den Grasfluren des Maranon und in der Sahara, wo sie eine Tantalusqual der französischen Soldaten war.

Höchst verschieden von diesen Gegenden durch das Klima, in allem Uebrigen höchst ähnlich denselben sind die Tiefländer von Nordasien und von dem eigentlichen Nordeuropa: Schweden, Lappland, Finnland und Rußland. Hier geht unmerklich, wenigstens ohne eine bestimmbare Grenze, das gemäßigte in das kalte Klima über, die Verhältnisse von Sommer und Winter kehren sich allmählich um, und mit diesen geht der Vegetationscharakter Hand in Hand, so daß zuletzt im höchsten Norden von Asien der Kälte wegen so wenig mehr etwas wächst als in Afrika der Hitze wegen; sonst ist Erhebung über den Meeresspiegel, Flächenbeschaffenheit und Zusammensetzung des Bodens überall in allen Tiefländern die nämliche, das heißt, es ist jederzeit von den Höhen herabgeschwemmtes, verwittertes Gestein, Kiesel, Kalk, Thon, einzeln oder gemischt zu Lehm und Mergel, durch eine anfangs spärliche, dann immer reichlichere Vegetation auch noch mit Humus versetzt und so das Ackerland bildend, dessen Reichthum die Tiefländer charakterisirt.

Anders in vielen Richtungen sind die Hochländer. Wenn man auf dem Plateau von München steht und nicht etwa die Tiroler Alpen im Auge hat, so glaubt man irgend eine norddeutsche Ebene vor sich zu haben; wenn man jedoch erfährt, daß unser gewöhnliches Obst nur in geschützten, in der Nähe der Stadt gelegenen Gärten erträglich und genießbar wird, daß selbst Kirschen und Pflaumen aus den warmen Thälern des südlich von München gelegenen Tirol kommen (von den jungen Burschen in großen Körben auf den Schultern herabgetragen), daß Trauben niemals reifen (daher auch Weinstöcke, wie in Stockholm, nur zu Lauben oder zur Verdeckung von Mauern gepflanzt werden); wenn man erfährt, daß die mittlere Temperatur von München 7 Grad des hunderttheiligen Thermometers ist, während Swinemünde an der Ostsee $9^3/_4$ Grad hat, so fragt man erstaunt: woher kommt dies bei einem Breitenunterschiede von 6 Grad zu Gunsten Münchens? und man erfährt: München liegt auf einer Hochebene 1620 Fuß über dem Meere, 1520 Fuß höher als Berlin, welches bei nur 5 Grad nördlicherer Lage eine mittlere Temperatur von 2 Grad mehr als München hat. Plateaus oder hochgelegene Tafelländer sind, nach Ritters's Fest-

stellung (der man jetzt allgemein folgt), „Gesammterhebungen geschlossener Erdräume". Wenn dieselben so hoch liegen, daß ihre klimatischen Verhältnisse ihre geographische Lage benachtheiligen, so geht ihnen sofort ein großer Reiz verloren: die Ueppigkeit des Pflanzenwuchses, welche die Tiefebene auszeichnet, und ebenso die Mannichfaltigkeit desselben. Die Flora der Hochebene ist im Allgemeinen wenig von derjenigen verschieden, welche Tiefländer, insofern sie benachbart sind, zeigen; allein sie ist dürftiger und minder zahlreich. Man baut auf dem Plateau von Reutlingen allerdings auch Wein; allein man kann — wie die Württemberger selbst scherzweise sagen — ganz gut Rehe damit schießen. Prinz Eugen, als er mit Marlborough die Franzosen unter Villars geschlagen, erhielt zu Reutlingen einen Ehrentrunk von dem Bürgermeister Vahinger kredenzt, sagte aber, als sich die sauren Mienen seines Gesichts verzogen und er wieder der Rede mächtig war: „Brr! — lieber Belgrad noch einmal stürmen, als noch einen solchen Becher leeren." — Es ist um so charakteristischer, als es 1704 geschah, Belgrad aber erst 1717 erobert wurde. Die Reutlinger, im Gefühl der Trefflichkeit ihres Weines, haben die Anekdote selbst erfunden. In der engen Thalschlucht von Stuttgart wächst auf der nach Süden schauenden Seite ein höchst vortrefflicher Wein (in den sogenannten Kriegsbergen), dem nichts fehlt als eine vernünftige Behandlung, um ihn dem besten Rheinwein gleich zu machen. An den Hügeln von Ofen, ferner von Oedenburg, Erlau, Tokay, unter derselben Breite wie München und Stuttgart, zwischen dem 48. und 49. Grade, wächst dagegen ein Wein, welchem kein anderer auf Erden (Madeira und Capwein nicht ausgenommen) an Feuer und Kraft gleich kommt. Die gedachten Orte liegen an der Grenze des Tieflandes 200 Fuß über dem Meere; Stuttgart liegt zwar 800 Fuß darüber, allein es liegt auch 800 Fuß tief ganz eingeschlossen in einem Kessel, dessen Breite der Ort vollständig ausfüllt, und so begünstigt die ungemein geschützte Lage einen Pflanzenwuchs, welcher, vermöge der absoluten Erhebung über das Meer, in dieser Breite nicht ganz zu solcher Vollkommenheit gelangen dürfte. Reutlingen liegt über 1600 Fuß und ganz frei; daher baut man daselbst mit Vortheil Weizen und von Obst treffliche Kirschen, auch Mostäpfel; allein Wein und feine Gartenfrüchte kann man daselbst nicht mehr bauen.

Eine noch viel größere Dürftigkeit zeigen die asiatischen Hochländer. Während in dem kleinsten Welttheil, in Europa, sich ein Hochland als Mittelstufe zwischen Tiefland und Gebirge erhebt, sind dort zwei solche Terrassen sehr deutlich ausgesprochen und von einander geschieden, beide zusammen doppelt so groß als Europa; sie fangen zwar nicht, wie Dr. J. Meyer in seinem Lehrbuch der Geographie angiebt, beim schwarzen Meere

an (dort ist im Gegentheil das entschiedenste Tiefland, das sich von da und vom Caspisee bis zum Polarmeere erstreckt), aber sie haben immerhin eine Länge von 900 und eine abwechselnde Breite von 200—400 Meilen.

Das große Hochland oder, wie man gewöhnlich sagt, das Gebirgsplateau von Asien, welches die kleine Bucharei, die Dschongarei, Thibet, Tangut und das Mongolenland der Chalchas und Oloten einschließt, liegt nach Humboldt's speciellen Angaben zwischen dem 36. und 48. Grade der Breite und zwischen dem Meridian des 79. und 116. Grades von Ferro. Irrig ist die Ansicht, nach der man sich diesen Theil von Innerasien als eine einzige ungetheilte Bergfeste, als eine buckelförmige Erhebung vorstellte. Man charakterisirte dieses Plateau immer noch so wie es vor 2000 Jahren von Hippokrates geschildert worden war: „als die hohen und nackten Ebenen des Skythenlandes, welche, ohne von Bergen gekrönt zu sein, sich verlängern und bis unter die Constellation des Bären erheben"; allein schon Humboldt war es nach seinen Untersuchungen über die geographische Verbreitung der Gewächse sehr zweifelhaft geworden, daß dort ein continuirliches Plateau zwischen der Himalaya- und der Altaikette liege. Der jüngere Klapproth hat aber das unsterbliche Verdienst, daß er uns zuerst in einem Theile Asiens, welcher mehr als Kaschmir, Baltistan und die thibethanischen heiligen Seen (Manasa und Ravanahrada) central ist, die wahre Position und Verlängerung zweier großer und ganz geschiedener Bergketten, nämlich des Küen-Lün und des Thian-Schan, kennen lehrte. Allerdings war bereits von Pallas die Wichtigkeit des letztgenannten (des Himmelsgebirges) geahnt worden, ohne daß er seine vulkanische Natur kannte; aber befangen in den zu seiner Zeit herrschenden Hypothesen einer phantastischen Geologie, im festen Glauben an strahlenförmig sich ausbreitende Ketten, erblickte jener vielbegabte Naturforscher im Bagdo-Ola (einem in ewigen Schnee vergrabenen Gipfel des Thian-Schan-Gebirges und dem Culminationspunkt desselben) einen solchen Centralknoten, von dem aus alle anderen Ketten Asiens in Strahlen ausgehen, und welcher den übrigen Continent beherrsche.

Die irrige Meinung von einer einzigen unermeßlichen Hochebene, welche ganz Centralasien erfülle, ist in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in Frankreich entstanden. Sie war das Resultat historischer Combinationen und eines nicht hinlänglich aufmerksamen Studiums des berühmten venetianischen Reisenden Marco Polo, wie der naiven Erzählungen jener diplomatischen Mönche, welche im 13. und 14. Jahrhundert (Dank sei es der damaligen Einheit und Ausdehnung des Mongolenreichs) fast das ganze Innere des Continents, von den Häfen Syriens und denen des caspischen Meeres bis zu dem, vom großen Ocean bespülten östlichen

Gestade Chinas, durchziehen konnten. Wenn die genauere Kenntniß der Sprache und der altindischen Literatur bei uns älter als ein halbes Jahrhundert wäre, so würde sich diese Hypothese von diesem Centralplateau auf dem weiten Raume zwischen dem Himalaya und dem südlichen Sibirien ohne Zweifel auch auf eine uralte und ehrwürdige Autorität gestützt haben. Das Gedicht Mahabharata scheint in dem geographischen Fragment Bhischmakanda den „Meru" nicht sowohl einen Berg als eine ungeheure Anschwellung des Bodens zu nennen, welche zugleich die Quelle des Ganges, des Bhadrasoma (Irtisch) und des gabeltheiligen Oxus mit Wasser versorgt. Zu diesen physikalisch-geographischen Ansichten mischten sich in Europa Ideen aus anderen Gebieten, mythische Träume über den Ursprung des Menschengeschlechts. Die hohen Regionen, von denen sich die Wasser zuerst zurückgezogen haben sollten (den Hebungstheorien waren die meisten Geologen lange abhold), mußten auch die ersten Keime der Civilisation empfangen haben. Systeme einer sintfluthlichen, den hebräischen Sagen nachgebildeten Geologie, gegründet auf lokale Traditionen, begünstigten diese Annahme.

Die Gebirgsebenen von Centralasien werden nicht mehr als die Wiege der menschlichen Gesittung und der Ursitz aller Künste und Wissenschaften betrachtet. Es ist verschwunden, das alte Volk von Bailly's Atlanten, von welchem d'Alembert den glücklichen Ausdruck brauchte: „daß es uns Alles gelehrt habe, ausgenommen seinen Namen und sein Dasein." Die oceanischen Atlanten wurden ja schon zur Zeit des Posidonius nicht minder spöttisch behandelt.

Ein beträchtlich hohes, aber in seiner Höhe ungleiches Plateau zieht sich, mit geringer Unterbrechung von Südsüdwest nach Nordnordost, vom östlichen Thibet gegen den Gebirgsknoten Kentei, südlich vom Baikalsee, unter dem Namen Gobi, Schamo (Sandwüste; Schaho = Sandfluß) und Hanhai hin. Diese Anschwellung des Bodens, wahrscheinlich älter als die Bergkette, die sie durchschneidet, liegt zwischen dem 100. und 136. Grade östlicher Länge von Ferro; sie mißt rechtwinklig auf ihre Längenaxe, im Süden zwischen Ladak, Gertop und dem Großlamasitze Hlassa, 180, zwischen Hami im Himmelsgebirge und der großen Krümmung des Hoangho, an der In-Schan-Kette, 120, im Norden aber, zwischen dem Khanggai, wo einst die Weltstadt Karakhorum lag, und der Meridiankette Khingan-Petscha (in dem Theil der Gobi, welchen man durchstreift, um von Kiachta über Urga nach Peking zu reisen) an 190 geographische Meilen. Man kann der ganzen Anschwellung, die man sorgfältig von den benachbarten, weit höher gelegenen Plateaus unterscheiden muß, annähernd das dreifache Areal von Frankreich geben.

Die Karte der Bergketten und Vulkane von Centralasien, welche Humboldt im Jahre 1839 entworfen hat, und welche im Jahre 1843 erschienen ist, zeigt die Höhenverhältnisse zwischen dem Gobi-Plateau und den Bergketten am deutlichsten. Diese Karte gründet sich auf die kritische Benutzung aller dem berühmten Gelehrten zugänglichen astronomischen Beobachtungen und der unermeßlich reichen geographischen Beschreibungen, welche die chinesische Literatur darbietet, und welche Klapproth und Stanislaus Julien auf Humboldt's Anregung untersucht haben. Diese Karte stellt, in großen Zügen die mittlere Richtung und die Höhe der Bergkette bezeichnend, das Innere des asiatischen Continents dar vom 30. bis 60. Grade der Breite zwischen dem Meridian von Peking und Cherson.

Zum Tieflande gehören fast ganz Nordasien im Nordwesten des vulkanischen Himmelsgebirges (Thian-Schan), die Steppen im Norden des Altai und der sajanischen Kette, die Länder, welche von dem Meridiangebirge Bolor und Bulyttagh (Wolkengebirge) und von dem obern Oxus, dessen Quellen die buddhistischen Pilger, Marco Polo und endlich Lieutenant Wood (1838) in dem Gebirgssee Sir-i-koi gefunden, sich gegen das caspische Meer und vom Tenkhiz- oder Balkasch-See durch die Kirghisensteppe gegen den Aral und das südliche Ende des Ural ausdehnen.

Neben Gebirgsebenen, welche 6000 bis 10 000 Fuß ansteigen, wird es wohl erlaubt sein, wenn es auch nicht in voller Uebereinstimmung mit der allgemeinen Annahme ist, den Ausdruck Tiefland für Bodenflächen zu gebrauchen, welche sie nur 200 bis 1200 Fuß über den Meeresspiegel erheben.

Die erste dieser Zahlen bezeichnet die Höhe der Stadt Mannheim, die zweite die von Genf und Tübingen. Wir haben hier ein recht auffallendes Beispiel, wie relativ die Benennungen Hoch- und Tiefland sind. Die ungeheuren Strecken, von welchen Humboldt in dem Vorigen spricht, sind offenbar Tiefland; Tübingen wird Niemand für im Tiefland gelegen ansehen, wenn es schon gleich hoch mit den Höhepunkten des großen asiatischen Tieflandes liegt; allein ein Klima und eine Vegetation, welche von der der Niederlande oder nur des Rheinthales sehr verschieden sind, berechtigen zu der Annahme, daß 1200 Fuß Höhe über dem Meere in Europa schon zum Tafellande gehöre, was wiederum in Asien und Südamerika nicht der Fall ist.

Will man das Wort Plateau, mit welchem in neuerer Zeit so viel Mißbrauch getrieben wird, auf Anschwellungen des Bodens ausdehnen, die einen kaum bemerkbaren Unterschied des Klimas und des Vegetationscharakters darbieten, so verzichtet die physische Geographie, bei der Unbestimmtheit und den nur relativ bedeutsamen Benennungen von Hoch- und

Tiefland, auf die Ideen von dem Zusammenhange zwischen Höhen und Klima, zwischen dem Bodenrelief und der Temperaturabnahme.

Als Humboldt sich in der chinesischen Dschongarei, zwischen der sibirischen Grenze und dem Saisan-See befand, in gleicher Entfernung vom Eismeer und von den Gangesmündungen, durfte er wohl annehmen, daß er sich im eigentlichen Centralasien, in dem großen *Hochlande* befände; ein paar Barometerbeobachtungen belehrten ihn jedoch sofort, daß die Ebene, welche der obere Theil des Irtisch durchfließt, kaum 800 bis 1100 Fuß über der Meeresfläche liege; selbst weiter im Osten liegt der für sehr hoch gelegen erachtete Baikal-See (welchen die Selenga bildet, die ihn unter dem Namen Angara bei Irkutsk verläßt) nur 1332 Fuß hoch über dem Meere.

Um den Begriff der *Relativität* zwischen Tiefland und Hochland festzustellen, die Stufenfolge der Bodenanschwellungen an wirkliche, durch genaue Messungen gesicherte Beispiele zu knüpfen, giebt Humboldt eine Reihe *gemessener* Plateauhöhen sowohl in Europa als in Afrika und Amerika an:

Das Plateau der Auvergne im südlichen Frankreich hat	1200	Fuß,
das Plateau von Baiern, worauf München liegt	1500	=
das von Castilien im mittleren Spanien	2100	=
das Plateau von Mysore in Vorderindien	2760	=
das von Carracas (Südamerika)	2880	=
das von Popayan (Südamerika)	5400	=
Abyssinien, am See Tzana, hat eine Höhe von	5700	=
das Plateau des Orangeflusses in Südafrika	6000	=
das von Arun in Abyssinien	6600	=
das von Mexico	7020	=
das von Quito unter dem Aequator	8940	=
das Plateau der Provinz Pastos	9600	=
und die Umgegend des Titicaca-See in Südamerika, zwischen den höchsten Cordilleren	12060	=

Hiermit möge man vergleichen, was im unmittelbar Vorhergehenden über die Tiefebenen von Nord- und Mittelasien gesagt worden.

Die Gegend der Wüste Gobi, welche die schönsten Weideplätze enthält und nur insofern eine Wüste genannt werden kann, als nicht zahlreiche Dörfer und Städte darin liegen, ist in der 150 Meilen breiten geographischen Zone, zwischen den Quellen der Selenga und der chinesischen Mauer, sehr genau durchforscht. Es ward im Jahre 1832 eine Mission griechischer Mönche nach Peking veranstaltet. Die Petersburger Akademie veranlaßte, daß zwei ausgezeichnete Gelehrte, der Astronom Georg Fuß

und der Botaniker Bunge, diese Gesandtschaft begleiteten, um in Peking eine der von Humboldt vorgeschlagenen magnetischen Stationen einzurichten. Auf dem Wege dahin nahmen die Gelehrten ein barometrisches Nivellement auf. Die mittlere Höhe dieses Theiles der Gobi beträgt nicht 7000 Fuß (wie man aus den Messungen einiger Berggipfel übereilt geschlossen hat), sondern kaum 4000 Fuß, ja zwischen Erghi und Durma (unter 45 Grad 31' nördlicher Breite und 109 Grad östlicher Länge von Paris) hat der Boden nicht mehr als 2400 Fuß Erhebung, was kaum 300 Fuß höher ist als das Plateau von Madrid.

Diese niedere Stellung des Plateaus ist jedoch nur eine Einsenkung

Eine Ansicht aus der Wüste Gobi.

von etwa 60 Meilen Breite, eine Niederung in der Hochfläche. Eine alte mongolische Sage bezeichnet dieselbe als den Boden eines ehemaligen großen Binnenmeeres; man findet dort Rohrarten und Salzpflanzen, meistens dieselben wie an den niederen Küsten des Caspisees. In diesem Centrum der Wüste liegen kleine Salzseen, deren Salz ein Handelsartikel für das benachbarte China ist. Die Mongolen vervollständigen die vorher gedachte Sage dadurch, daß sie behaupten, das Meer würde dereinst wiederkehren und sein Reich von Neuem in der Gobi aufschlagen, daher sie sich auch nur als Gäste betrachten, alle festen Ansiedelungen hassen und in ihrer Wanderlust geneigt sind, sofort ihre Wohn- und Weideplätze zu räumen.

Das schöne, von Einigen allzu übertrieben gepriesene, von Andern

unverdient herabgesetzte Thal von Kaschmir hat ebenfalls zu den großen Irrthümern und Uebertreibungen seiner hohen Lage Veranlassung gegeben, und ebenso verschieden fallen die Schilderungen seiner Reize aus, was übrigens natürlich ist, da dasselbe entweder von dem blühenden, prachtvoll ausgestatteten Indien her oder von dem dürftigen, trocknen, an Pflanzen armen Turkestan oder Persien aus besucht wird und der Eindruck seiner Vegetation auf den Reisenden ein sehr verschiedener sein muß, je nach den Erinnerungen, die derselbe mit sich bringt.

Nach Jacquemont's Messungen durch das Barometer ist die Höhe des Wulursees im Thal von Kaschmir, unfern der Hauptstadt Sirinagur, etwas über 5000 Fuß; die Messungen des Barons von Hügel mittelst einer anderen Methode, welche auf der Bestimmung des Siedepunktes des Wassers beruht, ergaben 5500 Fuß.

Dieses schöne Bergland liegt also nicht, wie man gewöhnlich annimmt, auf dem Hochrücken des Himalaya, sondern am Fuße desselben, es ist ein wahres Kesselthal, und zwar mauerartig von hohen Bergen umgeben, liegt aber doch an der Grenze des schönen Induslandes Lahore und ist auch

von der Biegung des Indus sammt den Kaschmir einschließenden Bergen von drei Seiten umflossen. Die unbeschreiblichen Reize dieses Thales werden übrigens ungemein gemildert, wenn man vernimmt, daß in der Hauptstadt nicht selten vier Monate lang der Schnee in den Straßen liegt.

Ebenso unrichtige Begriffe, wie über Gobi und Kaschmir hatten sich auch über Thibet festgesetzt, weil es überall an der Anschauung fehlte; man verwechselte die Höhe des Plateaus mit der Höhe der Berggipfel, machte aus Thibet ein Bergplateau, während es doch ein Längenthal ist, eingeschlossen zwischen den beiden mächtigen Bergketten Himalaya und Küen-Lün, die erste im Süden von Thibet, die andere im Norden. Es ist im großartigsten Maßstabe das, was das Plateau von Quito in Südamerika im Kleinen ist, die Bodenaufschwellung, auf der sich Bergketten erheben, und welche beide verbindet. Seine Hauptrichtung läuft von Osten nach Westen; doch macht die südliche Gebirgskette einen so starken Kreisbogen, daß es in der Mitte mehr als viermal so breit ist als an seinem westlichen Ende. Das ganze Plateau wird ziemlich natürlich in drei Theile zerlegt, was sowohl von den Eingeborenen als von den chinesischen Geographen geschieht. Das obere Thibet ist der größte Theil, es umfaßt das ganze Quellengebiet des nach Indien gehenden Bramputr und des blauen Stromes, an dessen Ausfluß Nanking liegt (dieser Strom hat jedoch keineswegs diesen ihm von den Portugiesen gegebenen Namen, sondern er heißt oberhalb Nanking Yang-Tse-Kiang, weiter aufwärts King-Kiang, da wo er das südlich thibetanische Gebirge durchbricht, Kinsche-Kiang, im obern Thibet selbst Kin-Schu-Kiang, noch weiter aufwärts Murni-Ussu, in der Nähe der nördlichen Gebirge aber Katsi-Ulam; die bei den vier ersten Benennungen wiederkehrende Silbe „Kiang" bedeutet Strom, und die Worte King, Kinsche und Kin-Schu sind offenbar nur Dialekt-Verschiedenheiten derselben Bedeutung: groß — der große Fluß). Ungefähr 15 deutsche Meilen nördlich von dem obern Bramputr liegt auch die heilige Stadt Hlassa, der Sitz des Dalai-Lama; der gedachte Strom erhält jedoch nach dem Durchbruch der Himalayakette den indischen Namen, in Thibet, woselbst sein oberer Lauf in einer viel größeren Länge mit allen seinen Quellenflüssen liegt, heißt er Yaru-Tzang-Botsu. Dieses obere Thibet reicht ungefähr bis zum 108. Grad östlicher Länge von Ferro oder bis zum 88. Grad von Paris. Der große See Tengri-Noor gehört schon zu der untern Abtheilung, welche übrigens in der Höhe sich von der vorigen nicht viel unterscheidet, ja wohl gar höher ist; man kennt Hlassa als 9000 Fuß hoch über dem Meere. Die Hauptstadt des mittleren Thibet, nämlich Leh oder Ladakh, soll 9300 bis 9400 Fuß hoch liegen. Beide Orte, Leh und Hlassa, sind übrigens mehr als 200 Meilen von einander entfernt, und

zwischen ihnen liegt das niedrigere Gebiet der Seen. Die Stadt Leh liegt unter dem 95. Grad östlicher Länge von Ferro am oberen Indus.

Der westlich spitz zulaufende Theil dieses Hochlandes heißt Klein-Thibet oder Baltistan, das Thibet der Aprikosen genannt; die Hauptstadt Iskardin liegt 2 Grad weiter westlich als Leh und auf der südlichen Seite des oberen Indus, das Land selbst ist sehr hoch; das von Vigne gemessene Plateau Deotsuh liegt 11 238 Fuß über dem Meere.

Durch die in neuerer Zeit wiederholt nach Thibet und zwar noch sehr verschiedenen Theilen desselben gerichteten Reisen und durch die auf Kosten der ostindischen Compagnie angeordneten Grenzbestimmungen hat man Thibet endlich näher kennen gelernt; man weiß, daß es keineswegs ununterbrochen eben, wie man früher glaubte, sondern daß es von einer Menge von Gebirgsgruppen durchzogen ist, welche ganz verschiedenen Erhebungssystemen angehören; eigentliche Ebenen sind in diesem Lande der Fabeln und Wunder sogar wenige. Die beträchtlichsten sind die zwischen Gertop und Schepke (man glaubt einen plattdeutschen westfälischen, oldenburgischen Dorfnamen zu hören), um die höchsten Quellen des Indus gelegenen, ferner die von Ladakh, welche 12 600 Fuß erreichen soll und nicht mit der Einsenkung zu verwechseln ist, in welcher die Stadt Ladakh liegt; endlich die Ebenen der heiligen Seen Manasa hradra und Ramana hradra, welche man für 14 000 Fuß hoch hält, Wallfahrtsorte für die Buddhisten in Indien und für die der Lama-Religion Zugethanen, von einer Heiligkeit, welche die von Mekka und Medina für die Muhamedaner weit übertrifft.

Das übrige Thibet ist mit ganz zusammengedrängten Gebirgsmassen dergestalt erfüllt, „daß sie", wie ein Engländer sich darüber ausdrückt, „dahinrollen oder fließen gleich den mächtigen Wellen eines großen Oceans."

Nachdem die Gewässer der im späteren Verlauf so gewaltigen Ströme ihre ersten Höhen meistentheils in ununterbrochenen Cascaden verlassen und einen ruhigeren Gang angenommen haben, durcheilen sie am nördlichen Abhange desselben Gebirges, an dessen südlichem Theile sie erst alle ihre Größe entwickeln sollen, Gegenden, welche nur 8000, 7000 und 6000 Fuß hoch sind. Humboldt glaubt aus vielen, sorgfältig gesammelten Höhenbestimmungen schließen zu dürfen, daß das Plateau von Thibet im Durchschnitt nicht höher als 11 000 Fuß liegt, was kaum die Höhe des überaus herrlichen, fruchtbaren Thales von Caxamarca in Peru und noch um 1200 Fuß weniger ist als die Höhe des Thales von Titicaca und 2000 Fuß weniger als das Straßenpflaster der obern Stadt Potosi.

Außerhalb Thibet und außerhalb der Wüste Gobi, da, wo man in früheren Zeiten von einem unermeßlichen Hochlande fabelte, finden sich solche Erhebungen keineswegs; es fehlt zwar viel, daß directe Messungen überall

die absolute Höhe der Gegenden festgestellt hätten; allein die Cultur von Pflanzen, welche zu ihrem Gedeihen bestimmter Wärmegrade bedürfen, lehrt, daß an der Stelle jener vermeintlichen Hochlande in der That beträchtliche Niederungen, ja eigentliche Tiefländer gestreckt sind. Schon in dem Reisewerk des Marco Polo wird des Wein- und Baumwollenbaues in jenen Gegenden erwähnt, und Klapproth fand in einem chinesischen Werke: „Nachrichten über die neuerdings unterworfenen Barbaren", die Angabe, daß das Land Aksu, etwas südlich von dem Himmelsgebirge, nahe bei den Flüssen, welche den großen Tarim Go bilden, Weintrauben, Granaten und andere Früchte von ausnehmender Güte erzeuge, daß auch Baumwolle wie gelbe Wollen die Felder bedecke, daß ferner im Sommer die Hitze ausnehmend groß und daß auch der Winter milde sei, weder strenge Kälte noch starken Schneefall bringe.

Die Umgegend von Khokand, Kaschgar und Yarkand, östlich vom Imaus, unter dem 35. Grad nördlicher Breite, entrichtet noch jetzt, wie zu Marco Polo's Zeiten, ihren Tribut in selbsterzeugter Baumwolle, und in der wunderschönen Oase Khamil, am östlichen Ausläufer des Thian-Schan-Gebirges, findet man Orangen, Granaten und köstliche Weintrauben.

Nach den über die Pflanzenvertheilung auf der Erdoberfläche ermittelten Thatsachen zeigen die hier angedeuteten Culturverhältnisse, daß in dem ausgedehnten Gebiete, von welchem wir geredet, eine geringe Bodenhöhe vorwaltend sei. Bei einer so großen Entfernung vom Meere und bei einer so sehr östlichen, die kalten Winter begünstigenden Lage könnte ein Plateau, welches die Höhe von Madrid oder auch nur von München erreichte, wohl sehr heiße Sommer, aber schwerlich überaus milde Winter haben; Khamil nämlich liegt nicht wie die vorhin angeführten Orte von Imaus unter 35 Grad, sondern unter 43 Grad nördlicher Breite. Es giebt allerdings Ausnahmen, welche alle Theorien Lügen strafen; so liegt zwischen dem 46. und 47. Grad nördlicher Breite Bellenz (Bellinzona) 1450 Fuß und Meran 1800 Fuß hoch, und aus diesen beiden Orten bezieht ganz Süddeutschland seine Citronen, Pomeranzen und Apfelsinen, welche über das Gebirge getragen werden. Der Norden von Europa erhält diese Früchte auf einem sehr viel weiteren Wege, doch sehr viel billiger, so daß Apfelsinen in Berlin vom Mai bis Juni nur 10 Pfennig kosten, nämlich von Sicilien und Corsica. Allein sie wachsen und werden bei nur einiger Pflege vollkommen rief unter einer so nördlichen Breite und in so bedeutender Höhe wie die angegebenen, ohne Treibhaus, ja nur ohne einen anderen Schutz als eine Bretterbedachung von oben her. Die Bäume sind nicht von der Seite verwahrt, eingeschlossen in ein Haus, sondern stehen in freier Erde; allein das ganze Thal von Meran ist ein Treibhaus, nach Süden gegen die

warmen italienischen Lüfte geöffnet, nach den anderen drei Weltgegenden durch 6000 und mehr Fuß hohe Mauern geschützt.

Es wäre nun wohl fraglich, ob gleiche Verhältnisse etwa auch bei und um Khamil stattfänden; denn nur dies würde die Thatsache, daß daselbst Orangen und Granatäpfel gedeihen, erklären; selbst die Annahme einer sehr niedrigen Lage ist nicht genügend, denn Humboldt hat am kaspischen Meere bei Astrachan, in einer Tiefebene, welche 80 Fuß unter dem Meeresspiegel liegt, zwar eine Sommertemperatur beobachtet, welche die Cultur des Weinstockes so sehr begünstigt, daß er glaubt, nirgends so treffliche Weintrauben gefunden zu haben als dort; allein eben dort, unter 40 Grad nördlicher Breite, sinkt während des Winters die Temperatur zu 20 und 25 Grad unter Null. Man verwahrt auch schon im November die Reben fußtief unter dem Boden. Dies ist aber nur möglich bei einer Ranke oder bei Pflanzen, welche nur ein Sommerleben führen, daher man in der Breite von 40 bis 44 Grad auf Hochebenen von 3000 Fuß Melonen mit Erfolg bauen mag; allein Granatbäume und süße Orangen würden dort nicht existiren können, viel weniger, wie die älteren und neueren Reisenden versichern, ausgezeichnete Früchte liefern.

Die nördlichen Theile der Steppen, welche schon sehr vom Winter zu leiden haben und viel niedriger liegen als die bisher besprochenen, unterscheiden sich von den südamerikanischen sehr vortheilhaft durch ihre hügelige Beschaffenheit und durch ihren viel mannichfaltigeren Vegetationscharakter. Die Einförmigkeit des Steppenlandes wird durch Nadelwälder unterbrochen, welche mit unseren Föhren und Fichten theils identisch oder nahe verwandt sind, theils aber auch einige besondere Spezies aufzuweisen haben, wie die dort sogenannte Ceder (Pinus Cembra), welche den russischen Tafeln die sibirischen Mandeln (Kedrowe-Orechi), die Cedernüsse, zum Dessert liefert. Mit diesen oft bedeutenden Waldungen wechseln weite Flächen ab, mit Sträuchern von üppig weißblühenden Rosaceen, mit Kaiserkronen, Tulpen und Cypripedien bedeckt, welche hier die Eigenthümlichkeit haben, sich zu wundersamer Höhe zu erheben. Humboldt sagt, daß, wenn man in den niedrigen tatarischen Fuhrwerken durch weglose Strecken dieser weiten Krautebenen reist, man die waldartig dicht stehenden stämmigen Kräuter sich auf jedem Schritte vor den breiten Rädern beugen oder ihnen ausweichen sieht, und nur dann im Stande ist, sich einigermaßen zu orientiren, wenn man auf seinem Fuhrwerk aufrecht steht. Einige dieser asiatischen Steppen sind allerdings auch Grasebenen, und diese sind vorzugsweise die Ruhepunkte der Nomadenvölker, ihre Weideplätze; andere tragen immergrüne Kalipflanzen, noch andere Steppentheile sieht man mitten im Sommer fernhin leuchten wie von frisch gefallenem Schnee; solche sind mit Salz bedeckt,

welches in sehr verschiedener Menge aus dem lehmreichen Boden emporsprießt. Die mongolischen und tatarischen Steppen, durch mannichfaltige Gebirgszüge unterbrochen, scheiden die uralte, lang gebildete Menschheit in Thibet und Indien von den rohen nordasiatischen Völkern. Auch ist ihr Dasein von mannichfaltigem Einfluß auf die wechselnden Schicksale des Menschengeschlechtes gewesen; sie haben die Bevölkerung gegen Süden zusammengedrängt mehr als der Himalaya, sie haben mehr als das Schneegebirge von Sirinagur und Gorka den Verkehr der Nationen gehemmt und im Norden Asiens der Verbreitung milderer Sitten und des schaffenden Kunstfleißes unwandelbare Grenzen gesetzt.

Die Hochländer von Amerika sind nicht zum hundertsten Theil so ausgedehnt wie die von Asien. Hier hat sich ein Drittheil eines Welttheils aus den Tiefen erhoben, und darauf haben sich die Gebirgsrücken erbaut. Dort ist eine mehrere tausend Meilen lange, vielfältig gegliederte Kette aus dem Meeresschooße bis zur Höhe von 20- und 22 000 Fuß angestiegen, und zwischen den Bergrücken liegen die Hochebenen. Das Verhältniß zu den Bergen ist also ganz anders wie in Asien, woselbst das Plateau die Hauptsache ist, worauf dann die Berge in verhältnißmäßig viel kleineren Erstreckungen stehen; in Amerika ist umgekehrt das Gebirge die Hauptsache, in welchem die Ebenen wie große Gärten nur einen untergeordneten Theil des Flächenraumes haben, wenn er schon an sich ziemlich groß ist und einige die Ausdehnung nicht gerade der kleinsten Reiche in Europa übertreffen.

Noch in anderer Hinsicht unterscheiden sie sich von den Hochebenen der übrigen Welttheile. In Asien beschränkt sich der Getreidebau, der Land- und Gartenbau, soweit er überhaupt getrieben wird, auf die geschützten, eingeschlossenen Stellen, im Allgemeinen sind sie unfruchtbar. Die Hochebenen von Europa, wenn sie schon weder an Ausdehnung noch an Höhe sich nur entfernt mit den amerikanischen vergleichen lassen, sind doch klimatisch von den Tiefländern so verschieden, daß sie, wie bereits bemerkt, eine bei weitem dürftigere Vegetation haben als diese. Die Hochebenen der Andes aber bieten die reichsten Ernten aller europäischen Getreidearten und enthalten viele volkreiche Städte, welche mit allen Annehmlichkeiten des Lebens, mit Universitäten, Bibliotheken, bürgerlichen und geistlichen Stiftungen ausgestattet sind. In Höhen gleich der des Pic von Teneriffa und in Höhen, welche die des Montblanc erreichen und übertreffen, liegen Dörfer und sind Bergwerke im Gange; die berühmten Silberminen von Potosi wurden früher in 15 000 Fuß Höhe über dem Meeresspiegel betrieben. Und es ist nicht etwa der hier angegebene glückliche Zustand nur der jetzige, neueste; im Gegentheil ist derselbe übler, als er früher gewesen.

Diese Hochebenen waren einst der Mittelpunkt der Cultur eines so gebildeten Volkstammes, daß dessen Kenntnisse, Kunstfertigkeiten, religiöse Staatseinrichtungen die besseren Spanier in Erstaunen setzten und nur dem Answurf derselben (die Conquistadores, mit Pizarro blutdürstigen Andenkens an der Spitze) zu den durch Goldgier erzeugten Grausamkeiten Anlaß geben konnten.

Eine der schönsten unter diesen Hochebenen ist das Thal Puno mit dem See Titicaca; es hat eine durchschnittliche absolute Höhe von 12 160 Fuß und dehnt sich in einer beträchtlichen Erstreckung von etwa 120 bis 140 deutschen Meilen und in einer wechselnden Breite von 25—40 Meilen zwischen den Parallelen des 22. und des 14. Gradas südlicher Breite aus, umfaßt also einen Flächenraum von 4550 Quadratmeilen, d. h. es ist mehr als doppelt so groß als die drei kleineren Königreiche Deutschlands, Sachsen, Baiern und Württemberg.

An den Rändern dieses Hochthales ragen, plötzlich ansteigend, so daß der ganze Raum zwischen beiden Bergketten frei bleibt, die mächtigsten Berge in einer Höhe von 7000—10 000 Fuß empor, was demnach Erhöhungen von 19 000—22 000 Fuß giebt.

Die westliche, dieses Reich einschließende Kette ist nach Humboldt's und Pentland's Untersuchungen die eigentliche Fortsetzung der weiter südlich so wie nördlich ununterbrochen laufenden Hauptcordillere und heißt hier die Cordillera de Bolivia, weiter nördlich die Cordillera real. Die Gipfel dieser Kette ragen alle in die Region des ewigen Schnees und sind sämmtlich thätige oder scheinbar erloschene Vulkane. Die östliche Kette ist die von Potosi; dieselbe ist im Allgemeinen niedriger als die westliche und erreicht die Schneegrenze nicht; allein in ihrem nördlichen Theile, dem herrlichsten Juwel der ganzen Andeskette, liegen der Illimani mit 22 500 Fuß, der Supaiwasi mit 19 100 Fuß und der Nevado de Sorata mit 23 700 Fuß absoluter oder Meereshöhe.

Von Norden her sinkt diese zweite Bergkette allmählich herab, so daß sie das Thal nur um 2000—3000 Fuß überragt. Der letzte Gletscher, welcher von dem Illimani herabsteigt, hört 15 500 Fuß über dem Meere auf; weiter abwärts giebt es keinen Schnee mehr, und nun beginnen die Bergbaudistrikte. Dort liegt auch die höchste Stadt der Welt, Potosi, 12 500 Fuß über dem Meere am Fuße eines durch seine überaus reichen Silberminen berühmten Berges.

Das von diesen Ketten eingeschlossene Hochland ist höchst verschieden an Höhe und zeigt auch bedeutende klimatische Verschiedenheiten. Der nördliche Theil des Thales um Puno und La Paz (zwischen welchen beiden Städten der See Titicaca liegt) ist zahlreich bevölkert, herrlich angebaut,

trägt alle Getreidearten, vom Bergreis und türkischen Weizen bis zur Gerste herab. Der See, welcher wegen seiner hohen Lage berühmt ist, und welcher den Genfersee an Größe fast 20mal übertrifft, also beinahe so groß wie das Königreich Sachsen ist, prangt noch jetzt an seinen Ufern und auf einigen Inseln mit Tempel- und Palastruinen von einer Größe, die in Staunen setzt, und welche einem Volke angehören sollen, das lange vor den Inkas dort gewohnt. Die Stadt La Paz, die bereits im Jahre 1867 an 80000 Einwohner hatte, hat vielleicht die schönste Lage der Erde, Rio de Janeiro und Neapel keineswegs ausgenommen: sie hat vor sich im Westen den prächtigen See und in ihrem Rücken die schneebedeckten Hochgebirge, unter denen der Gipfel der Illimani nur 5 Meilen entfernt ist.

Nördlich von der Bergkette, welche die Hochebene von Titicaca (die man auch nach dem sie in der ganzen Länge durchströmenden Desaguadero benennt) bildet, schließt sich das Plateau von Cuzco, gleichfalls eine ehemalige Hauptstadt des Inkareiches und durch die Ruinen prächtiger Paläste und aus cyklopischen Mauern*) gebildeter Festungswerke ein Zeugniß von der Macht und Größe des Reiches, so wie durch die Hunderte von meilenlangen, überaus schön gebauten Kunststraßen, die an Breite und Dauerhaftigkeit den berühmtesten Römerwerken an die Seite gestellt werden können, ein Zeugniß von dem vollständigsten Verständniß des Zweckmäßigsten und des Nützlichsten, was eine Regierung für das Volk thun kann, ablegend. Diese nach verschiedenen Richtungen des Reiches gehenden Kunststraßen überschreiten sämmtlich Pässe, deren Höhe die des Pic von Teneriffa um Tausende von Fußen übertreffen.

Noch weiter nördlich theilt sich die Gebirgsmasse der Cordilleras abermals, und man hat nun eine westliche, eine mittlere und eine östliche Cordillera. Zwischen diesen liegen abermals prächtige Hochebenen, und zwar zwischen den beiden erstgedachten, von dem 11. bis zum 5. Grad südlicher Breite die des Maranon, welche sich bei San Borga nach Osten öffnet, um dem kleinen Gebirgsfluß den Eintritt in die östliche Landschaft zu ge-

*) Cyklopische Mauern nennt man solche, die aus ungehauenen, rohen, vieleckigen Steinen ausgeführt sind, welche man jedoch so sorgfältig ausgeführt hat, daß die Höhlungen des einen Steins durch die Erhabenheiten des andern ausgefüllt werden. Die Umfriedigungen der Gärten in Ostpreußen, Litthauen und Polen sind meist solche cyklopische Mauern. Die Bauart ist aber in Etrurien in den ältesten Zeiten Italiens zu den großartigsten Werken benutzt worden, und es ist diejenige Bauart, welche alle Völker, die kein Eisen haben, wie das goldreiche Peru und wie das halb fabelhafte Alterthum des südlichen Europa (die Schwerter der Griechen im trojanischen Kriege, ja noch die Waffen der ältesten Römer waren von Erz) daran Mangel litt, nothwendig betreiben mußten; denn ohne Eisen und den daraus hervorgehenden Stahl kann man Steine nicht formen, behauen.

ſtatten, welche er ſpäterhin als der größte Strom der Erde durchfluthet. Derſelbe ſoll aus dem See Lauricocha entſpringen, wie man gern alle großen Ströme aus Seen kommen läßt; es iſt indeß überhaupt noch gar nicht ermittelt, ob dieſer auf der neuen ſchönen Ziegler'ſchen Karte (Berlin bei Reimer erſchienen) als Maranon bezeichnete Fluß wirklich die fernſte Wurzel des Amazonenſtromes iſt; wenigſtens hat der längere und der ſtärkere Ucayale, an welchem die alte peruaniſche Hauptſtadt Cuzco liegt, ein ebenſo großes, wo nicht ein näheres Recht an dieſer Benennung.

Am ſüdlichſten Ende dieſes Thales liegen die reichen Silberminen von Pasco in einer Höhe von 13 000 Fuß über dem Meere. Dieſes Hochthal ſo wie viele andere in den oberen Regionen der Andes iſt mit vielen kleineren Seen bedeckt, welche alle ein überaus durchſichtiges Waſſer haben, ſo daß man Tauſende von Fußen in die Tiefe derſelben hinabzuſehen glaubt; manche derſelben hält man für unergründlich tief; da ſie durch den ewigen Schnee der Berge genährt werden, ſo iſt ihr Waſſer eiſig kalt.

Das nächſte dieſer Hochthäler zwiſchen der mittleren und der weſtlichen von den drei Ketten birgt den Huallaja in ſeinem Schooße, der, ſo wie alle ſeine Brüder auf Hunderte von Meilen nördlich, öſtlich und ſüdlich dem Amazonenſtrom tributpflichtig und einer ſeiner Quellenſtröme iſt (gleichfalls mit einer Höhe von 12 000 Fuß).

Dieſes öſtlichere von den beiden Thälern iſt noch ſchöner, reicher und romantiſcher als das benachbarte; es iſt mit allen Reizen der tropiſchen Vegetation geſchmückt; denn es liegt, wie ſeine unmittelbaren Nachbarn, recht eigentlich in der Aequatorialzone, und was ſeine Höhe ihm an Temperatur nehmen würde, wenn es frei läge, das erhält ihm ſeine geſchützte Lage zwiſchen den beiden Gebirgsſtöcken.

Außerhalb des letzten derſelben, des öſtlichſten, liegt das gleichfalls ganz tropiſche Thal des Yenyalli. Bei demſelben iſt noch nicht mit der genügenden Strenge ermittelt, ob es ein Hochplateau iſt oder nicht. Da es nach Oſten gegen die ungeheure Fläche von Braſilien geöffnet iſt (alſo nicht des Schutzes zweier Bergketten genießt) und doch prächtige Cacaowälder und Vanille in ungeheuren Maſſen enthält, ſo iſt zu vermuthen, daß es ſchon zu dem ihm öſtlich vorliegenden Tieflande gehöre. Dieſe herrlichen Gegenden bilden die letzte Zufluchtsſtätte der von den Portugieſen immer weiter zurückgedrängten eingeborenen Amerikaner; es wohnen hier die Piros-, die Remos-, die Mayorunas-, die Maynos- und die Abyras-Indianer (wie man ſie mißbräuchlich nennt), daher werden die Schätze der tropiſchen Vegetation, zwiſchen denen ſie hauſen, noch nicht von den Europäern geſucht, und wir bekommen unſere Vanille und unſeren Cacao nicht ſüdlich vom Aequator, ſondern nördlich von demſelben, von Caracas und

Surinam. Von den drei Bergketten, welche die zwei erstgenannten Hochebenen einschließen, erreicht nur die westlichste die Grenze des ewigen Schnees, ja es ragen nur einzelne Punkte bis über dieselbe. Es vereinigen sich nicht sowohl die drei Bergketten, welche wir verlassen haben, zu zweien, als vielmehr die beiden östlichsten ganz aufhören und nur die westliche sich fortsetzt und sich unter dem fünften Grad südlicher Breite von Neuem theilt.

An dieser Stelle liegt der Gebirgsknoten von Loxa, und auf einer der höchsten Ebenen, zwischen zwei noch ebenso hoch (9000 Fuß) über sie hinausragenden Berg- und Vulkanketten liegen die Städte Loxa, Cuenca, Riobamba, Ambuto, Tacunoa, Quito, Ibaqua und Pastos.

Dies allein ist eine Erscheinung von großer Merkwürdigkeit; sie wiederholt sich in einer nur annähernd ähnlichen Ausdehnung nirgends auf der Erde. Auf allen den bisher betrachteten und auf den weiter nordwärts bis jenseits Mexico liegenden Hochebenen sind reiche und wohlbevölkerte Städte fast reihenweise hinter einander gegründet.

Die Ursache dieser sonderbaren Städtegründung, welche sich vom 36sten Grad südlicher Breite bis beinahe ebenso weit nördlicher Breite erstreckt, hat ohne Zweifel einen physikalischen Grund, der sich auch ausspricht, sobald man wahrnimmt, daß die Höhen der Städte immer steigen, je mehr man sich dem Aequator nähert (mit einzelnen Ausnahmen, wie Potosi, welches allerdings höher liegt als Quito, da dann aber wieder ein anderer Grund, der Reichthum der Berge, näher lag).

Diese Städte und diese von ihnen beherrschten Reiche sind gegründet durch Wanderung intellektueller Bergvölker. Diese aber fürchten überall auf der Erde die heißen, dem Meere näher gelegenen Ebenen zu betreten, wo sie theils gefährliche klimatische Verhältnisse herrschend wissen, wo sie ferner schädliche Gewürme, Amphibien und reißende Thiere finden, sich mit anderen als ihnen lieb gewordenen Pflanzen behelfen, und wo sie überhaupt ihre ganze Lebensweise ändern müßten.

Aus der Ferne dem Aequator zuwandernd, aus höherer südlicher oder nördlicher Breite sich dem Gleicher nähernd, brachten sie die ihrem früheren Wohnsitz eigenthümlichen Cerealien mit und suchten dafür passende Landstrecken und geeignete Klimate, und diese konnten sie unter keinen anderen Umständen finden als je näher dem Aequator, um so höher.

Die spanischen Eroberer haben in ihrem barbarischen Golddurst und die spanischen Mönche in ihrer unchristlichen Bekehrungswuth zwei große edle Völkerstämme bis auf die letzten Spuren ihrer Existenz vertilgt, welche sich nur noch durch die wissenschaftlichen und Kunstschätze nachweisen lassen, die man den Unglücklichen raubte und als Trophäen und Raritäten nach Europa schickte, wo sie unter altem Gerümpel in Vergessenheit geriethen,

verstaubten und vermoderten, weil sie nicht aus Gold bestanden, dem einzigen Material, das man verlangte, bis Humboldt's wissenschaftlicher Eifer auf diese Gegenstände hinwies und man aus Staub und Moder noch einen kleinen Antheil alter Manuskripte, Malereien und Skulpturen rettete.

Die spanischen Conquistadores folgten den Kunststraßen und den Spuren der Cultur von Stadt zu Stadt, entvölkerten sie zuerst und bevölkerten sie dann wieder mit neu einwandernden Abenteurern und ihren Abkömmlingen und Mischlingen, da die Weiber der Peruaner und Mexikaner wegen ihrer Schönheit wenigstens nicht so tausendweise niedergemetzelt oder verbrannt wurden als die Männer.

Jene prächtigen Gebirgsstrecken, zuerst bekannt und berühmt geworden durch die in ihren Wäldern so häufig vorkommenden Cinchonabäume, von deren Zweigen die Rinde als fieberheilendes Mittel unter dem Namen China zu uns kommt, schließen, wie schon bemerkt, eine langgestreckte Hochebene ein, welche sich in einer Länge von etwa 80 Meilen durch die Republik Ecuador hinzieht. Querjoche, welche die parallelen Gebirgszüge mit einander verbinden, theilen diese Plateaus in große längliche Vierecke, deren südlichstes, das von Cuenca, am wenigsten interessant, das von Riobamba und Ambuto durch den Cotopaxi am großartigsten, das von Quito gleichfalls mit dem Cotopaxi, dem Pichincha, dem Chimborazo, Antisana und Cimbo-Ciambe am malerischsten ist. Durch den letztgenannten Berg geht der Aequator der Erde.

Hier auf diesen „Inseln im freien Luftmeere" liegt geradezu eine Welt für sich, ein Reich — man möchte es fast mit dem halb fabelhaften Amhara in Afrika vergleichen — mit Bergen und Thälern, mit Seen und Flüssen, mit schönen und großen Städten, deren Bewohner sich aller Genüsse des Geistes, der Kunst, der Geselligkeit erfreuen, die Bequemlichkeiten eines verfeinerten Lebens genießen, ein Land bewohnen, das sich an Großartigkeit und Schönheit mit keinem andern vergleichen läßt, und das bei allen diesen Reizen doch als ein Stück einer fremden Welt erscheint, herabgefallen auf einen Theil der Erdoberfläche, der weder sein Klima noch seine reine, heitere Luft, seine Salubrität noch seine Pflanzen- oder seine Thierwelt hat, und alle diese Unterschiede sind lediglich Funktionen seiner Höhe. Wäre es 9000—10 000 Fuß niedriger, so würde es unaufhörliche Regen haben, so würden seine Wälder Sümpfe sein, so würde der Boden von Krokodilen und Schlangen, die Luft von Moskitos wimmeln; giftige Pflanzen mit verlockender Frucht brächten dem Unvorsichtigen einen schmerzhaften Tod; statt der kühlen heitern Luft würde eine erstickende feuchte Hitze ihn träge und unbeholfen machen, und er würde die edelsten Regungen des Geistes, die für Kunst und Wissen, gar nicht in sein Herz aufgenommen haben.

Die Bergketten, welche diese glücklichen Thäler einschließen, setzen ihren Parallelismus noch eine Zeit lang fort; dann aber theilen sie sich so, daß die westliche in der Nähe der Küste verbleibt und auf den Isthmus von Panama zuschreitet, woselbst sie allmählich so verschwindet, daß nicht einmal eine Hochebene übrig bleibt, sondern im Gegentheil vollständiges Tiefland (welches zur Regenzeit ein einziger Sumpf wird) die Landenge von Panama mit Südamerika verbindet. Hier ist auch die Stelle, auf welche Humboldt so oft hingewiesen hat, wenn man ihn um seine Meinung für die günstige Lage eines projectirten Kanals zwischen dem großen und dem atlantischen Ocean befragte; hier und an keinem anderen Orte hält er einen solchen für möglich, und er spricht dieses in verschiedenen seiner Schriften deutlich, ja in der letzten Auflage seiner „Ansichten der Natur" mit einem gewissen Aerger, weil sein Rath nicht befolgt wird, aus, „daß man nach allen möglichen mißlungenen Versuchen, einen günstigen Uebergangspunkt zu gewinnen, da aufhören würde, wo man, nach dem wiederholt und mehrfach von ihm begehrten Rath, hätte anfangen sollen." Und dies scheint sich ja in unserer Zeit endlich bestätigten zu sollen; das lange projectirte Unternehmen beginnt unter den Händen des berühmten Erbauers des Suezkanals, Lesseps, greifbare Gestalt zu gewinnen.

Eins der herrlichsten Hochländer der Erde eröffnet sich demjenigen, der die östliche von den beiden Andesketten verfolgt, die Gegend von Santa Fé de Bogota.

Die Llanura de Bogota ist nach Humboldt's Angabe 8130 Fuß über der Meeresfläche erhaben, ganz ebensöhlig (daher die Urbewohner eine Mythe von einem hier ausgebreiteten See, dessen Boden die 15—18 Quadratmeilen große Fläche ist, erzählen) und bietet mehrere höchst merkwürdige Erscheinungen dar, weshalb nicht unterlassen werden kann, das Nöthige darüber nach des großen Naturforschers Mittheilungen hier wiederzugeben.

„Aus dem mit der herrlichsten Tropenvegetation geschmückten Thale des großen Magdalenenstromes (von den Cordilleren in fast nördlicher Richtung nach dem Meerbusen von Mexico eilend, in dessen innerstem Winkel derselbe bei Cartagena mündet) gelangt man, den zahllosen Krokodilen und, was noch mehr erfreut, dem dichten Schwarm der Moskitos entkommen, in zwei Tagen aus der Terra calienta in die Terra fria (brennendes und kühles Land) der Hochebene von Bogota. Man verläßt ein Klima von 20° 7′ mittlere Temperatur und steigt in eine Zone von 14° 5′. Der Weg war bis zum Jahre 1816 fast ein bloßer Wasserriß, eine Kluft, in welcher bisweilen nicht zwei Maulthiere einander ausweichen konnten, und doch führte derselbe nach der Hauptstadt des Landes, deren Bevölkerung 28- bis 30 000 Einwohner zählt.

„Als die Spanier wieder auf einige Zeit in den Besitz von Neu-Granada kamen, ließen sie, um die militärische Communication zu erleichtern und in Folge einer politischen Reaction, den Weg von Honda nach Bogota durch Sträflinge aus der republikanischen Partei erweitern und ausbessern. Er gewann seitdem eine andere Gestalt, und es entstand schnell während eines blutigen Bürgerkrieges, was die Vicekönige in fast dreihundertjährigem friedlichen Besitz nicht hatten unternehmen wollen.

„Das Städtchen Honda, bei dem die Stromfahrt endet, liegt am Zusammenflusse des Rio Guali mit dem Rio Magdalena. Boussingault giebt dem Städtchen (dessen Bewohner durch Kröpfe verunstaltet sind) eine Höhe von 636 Fuß über dem Meere; dann hätte die Magdalena bei 125 geographischen Meilen Länge einen Fall von 5 Fuß auf die Meile.

„Durch die beiden anmuthigen und temperirten Thäler von Guadnas und Vitetta steigt man ununterbrochen durch einen dichten Wald zur Hochebene auf. Bei dem Dorfe Facatativa tritt man in das Plateau einer fast baumlosen, unabsehbaren Ebene, in welcher Kartoffeln, Weizen ꝛc. mit großem Fleiß gebaut werden; dort liegt das Dorf Funzha, unter spanischer Herrschaft einst Bogota genannt. Seit der Revolution hat man die Namen geändert, der des Dorfes Bogota ist auf die Hauptstadt übergegangen, und dem Lande wurde der altindische Name Cundinamarca beigelegt."

Bogota, die Stadt, von Alleen riesenmäßiger Daturen umgeben, liegt dicht an einer fast senkrecht abstürzenden Felswand, an welcher in 2000 Fuß Höhe vogelnestartig zwei Kapellen liegen, von denen man eine herrliche Aussicht auf die ganze Gebirgsebene und auf die Schneeberge der gegenüberliegenden mittleren Andeskette genießt. Im Südwesten sieht man fast ununterbrochen eine Dampfsäule aufsteigen; sie bezeichnet den Punkt, wo der ungeheure Wasserfall des Tequendama liegt. Der Charakter der ganzen Landschaft ist großartig, aber melancholisch und öde.

Die mittlere Jahreswärme von Bogota ist $^7/_{10}$ Grad niedriger als die von Quito, obschon das letztere 850 Fuß höher liegt, also eigentlich kälter sein müßte. Ist es nun die geschützte Lage in einem engen Thale am Fuße eines Vulkans über einem großen, vulkanischen Herde, welche Quito eine größere mittlere Wärme giebt? Man wagt dies kaum zu entscheiden.

Das Klima von Bogota bringt gewöhnlich in jeder Jahreszeit eine Tagestemperatur von 12—14 Grad R. und eine Nachttemperatur von 8—10 Grad R. Unter $2^1/_2$ Grad Wärme ist das Thermometer wohl nie gesehen worden (auch in Quito, bei beinahe 9000 Fuß Höhe, sinkt es selbst 12 Fuß über dem Boden nie auf den Nullpunkt herab).

Nach Dove's scharfsinnigen Untersuchungen ist die mittlere Temperatur jedoch durchaus nicht charakteristisch für das Klima eines Ortes, sondern

die Temperatur der Jahreszeiten. Bogota, unter $4^1/_2$ Grad nördlicher Breite, hat dieselbe mittlere Temperatur wie Rom unter 42 Grad. In Bogota ist der Wechsel der Temperatur zwischen Sommer und Winter aber nur $1^1/_2$ Grad, in Rom 13 Grad. Der wärmste Monat in Bogota hat $13^1/_2$, der kälteste 12 Grad; in Rom hat der wärmste $19^1/_2$, der kälteste $6^1/_2$ Grad (alle Grade nach der uns in Deutschland geläufigeren 80theiligen Skala). So ist eigentlich das Klima von Bogota bei Weitem weniger angenehm, als man muthmaßen sollte, wenigstens für die Menschen ist dies unzweifelhaft der Fall; mit den Pflanzen ist dies anders, denn die häufigen Nebel, welche die Hochebene überziehen, tränken die Vegetation und geben ihr eine Frische, wie sie in den Tropengegenden gewöhnlich keineswegs herrschend ist, obschon eben jener mangelnden Sommerwärme wegen die edelsten Erzeugnisse der Tropenregion fehlen.

Der himmelhohe Felsen, auf welchem die oben gedachten Kapellen liegen, ist von oben bis unten durch eine gewaltige Kluft getrennt, aus welcher ein Flüßchen, San Francisco, herabstürzt, durch die Stadt eilt und nebst zwei anderen Bächen sich mit dem in der Mitte der Ebene fließenden und sie der Länge nach theilenden Rio de Funzha oder de Bogota vereinigt. Der alle Gewässer dieser bergumkränzten Ebene aufnehmende Strom geht nun durch eine enge Oeffnung in der Bergmasse abwärts und bildet in derselben den berühmten und prächtigen Wasserfall von Tequendama, worauf er durch die Kluft, welche sich allmählich zu einem Thale erweitert, dem Magdalenenstrom zueilt.

Die Schichten dieses Felsenthores liegen horizontal, die Spalte scheint neuer als die Erhärtung und Hebung dieser Kalklager. Sie bildet nicht eine Lücke, welche unter ungleichen Winkeln einschließende Flötzlager zwischen sich zurückließe; es ist eine Spaltung, ein Querthal, erzeugt durch dieselben geheimnißvollen Kräfte, die sich in jeder Reaction des innern Erdkörpers gegen seine Oberfläche offenbaren.

Hat sich die Oeffnung von einer anfangs engen Spalte allmählich zu ihrer jetzigen Dimension von 36 Fuß Breite durch den Stoß der Wasser erweitert, wie einige wissenschaftliche Männer von Bogota glauben? Humboldt bezweifelt diese Wirkungen des Wassers. Die Sache wiederholt sich in jedem Alpenthale des Continents; die jetzt rinnenden Wasser haben sich enge Furchen in breiten Thälern ausgegraben und schlängeln sich durch die weiten Räume derselben. Es sind kleine Naturphänomene, welche den uralten großen und mächtigen Ursachen, durch die das allgemeine Relief der Erde verändert und unterbrochen wurde, völlig fremd blieben.

Die schwachen kleinen Kräfte, welche wir langsam Länder umgestalten, Länder bilden sehen im Anschwemmen der Deltas großer Flüsse, im Er-

heben der Koralleninseln aus dem Meere, geben keinen genügenden Haltepunkt zur Erklärung der großartigen Naturphänomene, zur Entstehungslehre der Erdtrümmer, welche uns heute zum Wohnplatz dienen. Der Regentropfen durchbohrt wohl durch wiederholtes Fallen einen Stein, er giebt aber der Rinde unseres Planeten nicht ihre jetzige Gestaltung.*)

Selbst die rohen alten Völker, welche vor Jahrtausenden diese Gegenden bewohnt, haben dies gefühlt und sich danach eine Mythe gebildet, welche, da es eine rein geologische ist, kennen zu lernen vielleicht nicht uninteressant wäre.

Der große Gelehrte, dem wir hier folgen, sagt einleitend zu der Mythe: „Die Hochebene von Bogota bildet, gleich der von Mexiko, ein geschlossenes Becken, an dem das Wasser nur an einem einzigen Punkte einen Ausfluß findet. Beide enthalten in ihrem Schuttboden die fossilen Knochen elephantenartiger Thiere der Vorzeit. Dem Becken von Mexiko, das 1100 Fuß minder hoch und ringförmig von Trachyt- und Porphyrketten umringt ist, entströmt das Wasser nur durch einen künstlichen, im Jahre 1607 begonnenen Durchbruch bei Huehuetuca, welcher die Gewässer in den Rio de Tula und mit diesem in die Südsee führt. Dagegen ist der Paß, in welchem sich die Katarakte von Tequendama bilden, ein natürlicher; es ist eine gangartige Felsspalte, entweder mit der Hebung der ganzen Bergkette in Verbindung stehend oder in urweltlicher Zeit durch spätere, noch jetzt hier nicht ungewöhnliche Erschütterungen entstanden.

„Würde der Paß von Tequendama geschlossen, so wandelte sich gewiß trotz der Verdunstung (welche übrigens in dem sehr feuchten Thale, von nicht übermäßiger Temperatur, keineswegs sehr groß sein kann) der kleine Sumpf von Funzha in einen Alpensee um.

„So war es laut der Tradition am Anfange der Dinge. Ehe der Mond der Begleiter unseres Planeten wurde, lebte das Volk der Muyscas daselbst in roher Sitte, ohne Pflanzenbau und Gottesverehrung. Da erschien, von dem Gebirge herabgestiegen, ein langbärtiger Mann anderen Geschlechts als die Muyscas. Wie Manco Capac lehrte er, Botschica, die Gebirgsbewohner sich kleiden, Mais und Quinoa säen und gesellt durch religiösen Kultus wie durch den Glauben an die Heiligkeit gewisser Orte, sich in ein Volk verschmelzen.

„Botschica war begleitet von einem Weibe, das aber, bösartig, Alles störte, was der heilige Mann zum Glück der Menschen ersonnen hatte. Durch ihre Zauberkünste ließ sie den Fluß Funzha anschwellen, die ganze

*) Humboldt, Kleinere Schriften. Die Beobachtung ist schon sehr alt, die Römerzeit kannte sie bereits als sprichwörtliche Redensart: „Gutta cavat lapidem non vi, sed saepe cadendo.“

Hochebene wurde ein See, und nur wenige Menschen retteten sich auf das nahe Gebirge. Da erzürnte der Mann und verjagte das unglückbringende Weib, das nun die Erde verließ und der Mond wurde (welcher den ältesten Muyscas nicht geleuchtet hatte, wie den ältesten Arkadiern, den Proseleniten).

„Botschica, des Menschengeschlechts sich erbarmend, öffnete nun mit starker Hand eine Felswand bei Cunoas, ließ den Funzha da hinabstürzen und trocknete so die ganze Hochebene. Die Katarakte, das Naturwunder der Gegend, sind also sein großartiges Werk. Die That erinnert an jene des indischen Kasyapa, der dem geschlossenen Alpenthal von Kaschmir seinen alten Namen Kasyapur gab und zur Entwässerung des Thales die Gebirgsmauer Buramaulsch eröffnete.

„Botschica sammelte die durch die Lokalfluth zerstreuten Menschen, lehrte sie Städte bauen, führte den Sonnendienst ein, gründete eine politische Verfassung, nach welcher die Obergewalt unter einen weltlichen und einen geistlichen Herrscher getheilt wurde, und zog sich dann, da seine Sendung ihren Zweck erfüllt hatte, zurück in das Thal von Iraca, woselbst er in beschaulichen Betrachtungen blieb, bis er endlich verschwand."

Diese Mythe, ein geognostischer Roman, wie ihn die ältesten heiligen Bücher vieler Völker, und oft neben einem historischen Roman bieten, so fährt Humboldt fort, ist theils durch die Lokalverhältnisse des hohen Thales von Bogota und die Ueberschwemmung des Flüßchens Funzha, theils durch die symbolisirende Tendenz der früheren Menschheit erzeugt. Unter allen Zonen, in Vorderasien, in den Hochebenen und Kesselthälern von Hellas, ja auf Inseln der Südsee von geringem Umfange, finden wir dieselben geognostischen und moralisch-politischen Mythen wieder. Botschica und Huythaca (die Frau) sind das gute und das böse Prinzip, sie kämpfen gegen einander. Botschica ist ein Heliade, ein Sohn der Sonne, wie Manco Capac, vielleicht die menschgewordene Sonne selbst. Huythaca, das feuchte Prinzip, erregt die Fluth und wird der Mond. Botschica, das erwärmende, trockene Prinzip, verjagt die Wasser, giebt ihnen Abfluß, indem er eine Felsenspalte öffnet.

Diese alte geognostische Mythe hat, von physikalischer Seite betrachtet, den Vorzug, daß sie die Oeffnung des Thales und den Abschluß des Alpensees einer auf einmal gewaltsam wirkenden Kraft zuschreibt. Diese Ansicht entspricht den Bedingungen des Naturphänomens, der Gestaltung des Felsenthores. Da ist sichtlich nichts, was langsam, was nach und nach vorgegangen wäre; mit einem Riß, durch irgend eine gewaltige Naturbegebenheit ist der Fels gespalten bis auf den Grund.

Der in diesem Spalt sich bildende prächtige Wasserfall dankt seinen

imposanten Anblick dem Verhältniß der Höhe zu der Wassermasse, welche in zwei Absätzen herabstürzt. Der Rio de Funzha, nachdem er bei Facatativa und Fontibon sich in einem mit schönen Wasserpflanzen bedeckten Moraſt ausgebreitet, zieht sich wieder bei Cunoas zu einem engern Bette zusammen. Humboldt fand ihn dort 130 Fuß breit, und die Wassermasse im Salto selbst schien bei großer Dürre einen Durchschnitt von 700 bis 780 Quadratfuß (d. h. wenn man sich dieselbe 130 Fuß breit denkt, eine Dicke von 6 Fuß) zu haben.

Die große Felswand, welche dem Salto gegenübersteht und die durch ihre weiße Farbe und die Regelmäßigkeit der Flötzlager an den Jurakalkstein erinnert, das wechselnde Spiel des regenbogenartig gebrochenen Lichts in der Dunstwolke, welche stets über dem Katarakte schwebt, die perlenartige Zertheilung der herabstürzenden Wassermasse, das Zurückbleiben ihrer kometenartigen Schweife, das donnernde, in den Bergen widerhallende Getöse, das Dunkel der tiefen Felskluft, der Kontraſt zwischen der oberen nördlichen Eichenvegetation und den Tropenformen am Fuße des Salto: Alles das giebt dieser nicht zu beschreibenden Scene einen großartigen Charakter.

Nur bei sehr hohem Stande stürzen die Wasser auf einmal senkrecht und von der Felswand abgebogen in den Abgrund; wenn dagegen der Fluß seichter ist, so ist das Schauspiel großartiger und erfreulicher. Die Felswand nämlich hat zwei Vorsprünge, den einen etwa in 30, den andern in 180 Fuß Tiefe. Diese verursachen einen wahren cascadenartigen Fall, wobei sich Alles in ein Schaum- und Dampfmeer auflöst.

Humboldt maß die Höhe des Falles durch das Barometer, indem er einen drei Stunden langen mühevollen Weg von Cunoas nach dem Thal von Povosa zurücklegte und dann, da der Fluß trotz seines starken Wasserverlustes noch sehr reißend war, sein Barometer erst in einer großen Entfernung von dem Fuße des Falles aufstellte, wodurch das Resultat seiner Messung zu einer bloßen Schätzung wird. Nach seiner Berechnung hat der Tequendamafall eine senkrechte Höhe von 532 Fuß. Zwanzig Jahre später wurde durch den Begleiter Bouſſingault's, Herrn Roulin, die barometrische Messung wiederholt. Nach ihm hat der Wasserfall die ungeheure Höhe von 870 Fuß, was jedoch übertrieben sein mag.

Auf der Hochebene von Bogota, ganz nahe bei den herrlichen Weizenfeldern von Cunoas, liegt ein Steinkohlenflötz, vielleicht das höchste in der Welt. Einige Meilen davon, in nordöstlicher Richtung, da wo die Thäler von Usme und Futscha sich in die Hochebene öffnen, hebt die Pflugschar aus sehr geringen Tiefen riesenmäßige fossile Knochen elephantenartiger Thiere. Es ist das „Campo de Gigantes", wie schon die ersten spanischen

Ankömmlinge dasselbe genannt haben. An dem entgegengesetzten Ende der Hochebene, im Norden bei Zipaquira, wird ein mächtiges Steinsalzlager angebaut. Aus allgemeinen Betrachtungen über den Zusammenhang dieser großartigen geognostischen Verhältnisse folgt, daß Steinsalz und Kohlenflötze hier nicht Lokalbildungen, Erzeugnisse aus einem ausgetrockneten Alpensee, sondern daß diese Bildungen mit größeren, allgemeineren Phänomenen verkettet sind, denn sie gehören dem tiefen Flußbette des Magdalenenstromes, wie den Ebenen des Meta und Orinoco, also Gegenden, die sowohl westlich als östlich von der großen amerikanischen Gebirgskette liegen, gleichmäßig zu, und der Sandstein, welcher bei Bogota die hauptsächlich hervortretende Formation ist, erstreckt sich über die ganze östliche Cordillera bis nach dem Orinoco, und der Kalkstein tritt nur untergeordnet auf. Der Sandstein ist so mächtig und weit ausgebreitet, daß Humboldt ihn zum Begleiter hatte von der Hochebene durch das ganze Magdalenenthal, über Pandi und die berühmte natürliche Brücke von Fusagasuga (aus drei so glücklich und gleichzeitig in die sehr breite Felsschlucht gestürzten Stücken bestehend, daß sie ein förmliches Gewölbe mit einem fast kunstgerecht gestalteten Schlußstein bilden). Etwas weiter nördlich ruht die Sandsteinschicht auf Thonschiefer, mit Kupfererzen in den Gängen, welcher reich an Versteinerungen ist. Die Verbreitung dieser neuen Formation über eine so ungeheure Strecke und über ein Gebirge und Gebirgsplateau von wenigstens 12 000 Fuß Erhebung, welches davon nach beiden Seiten hin ganz überdeckt wird, ist eine sehr wichtige Thatsache, durch welche die Bildung der Andeskette fast unzweifelhaft aufgeklärt wird. Wenn man auch noch so wenig geneigt wäre, der Erhebungstheorie sich zu ergeben, so müßte man doch bezweifeln, daß dieses Sedimentgestein sich in solcher Ausdehnung und in solcher Niveauverschiedenheit habe ablagern können, daß also erst nach dem Niederlassen dieser Sandschichten die Cordillera sich durch unterirdische Gewalten gehoben habe.

Wir sind von dem Meeresufer durch die Tiefländer zu den Hochebenen angestiegen und können uns nunmehr folgerecht zu den Urgebirgen, zu den Erhebungen der Erdrinde, auf eine dritte höchste Stufe, wenden.

Diese nehmen von der ganzen Oberfläche der Erde den allerkleinsten Theil ein, und haben wir oben gesehen, daß man Ebenen leicht, Gebirge aber noch viel leichter überschätzt, so wollen wir durch einige Zahlenbelege zeigen, in welch einem hohen Grade dies der Fall ist.

Es darf wohl kaum erst gesagt werden, daß, wenn man alles Land ebnete und die Tiefen ausfüllte, die Erde ganz mit Wasser bedeckt sein würde; denn ein Jeder sieht ein, daß, wenn das Meer fast dreimal so viel Raum einnimmt als das Land, seine Bänke immer noch Hunderte

von Fußen unter dem Meeresspiegel liegen, indeß das niedere Land sich nur wenig darüber erhebt, seine Tiefebenen so viele Tausende von Fußen darunter messen als die Hochebenen des Festlandes Hunderte von Fußen darüber, und seine bis jetzt bekannt gewordenen Thäler (nur im atlantischen Ocean — vom großen gar nicht zu reden) gegen 44 000 Fuß messen, während die Höhen der Erde durchschnittlich kaum den vierten Theil, thatsächlich an wenigen einzelnen Punkten kaum mehr als die Hälfte davon einnehmen, — ein Jeder sieht ein, daß, wenn alles dieses der Fall ist, das Land verflacht, tief unter den Meeresspiegel hinabsinken würde.

Wenn sich's um einen Vergleich zwischen der Größe der Gebirge und der Größe des ebenen Landes handelte, d. h. um eine Ermittelung des Zahlenverhältnisses beider gegen einander, so kann natürlich das Meer nicht mit in Betracht gezogen werden, und selbst bei einer solchen Beschränkung wird man erstaunen, wie unbedeutend unsere Gebirge werden, wie tief der Respect vor ihnen sinken muß.

Um zu einem solchen Vergleich zu gelangen, muß man die Masse des Gebirges, von seiner auf die Oberfläche des Meeres herabreichenden Basis bis zu seinem Kamm, möglichst genau kennen und die Oberfläche des Terrains, auf welche diese Masse zu vertheilen wäre, zu ermitteln suchen.

Nehmen wir als Beispiel, wie leicht falsche Begriffe sich festsetzen, wie leicht sie durch einen vielleicht etwas ungeschickten Ausdruck irrig gemacht werden, das Maß einer Dampfmaschinen-Pferdekraft an. Man sagt: „Eine Pferdekraft hebt 36 000 Pfund in einer Minute einen Fuß hoch." Unsinn, erwidert auf diese Erklärung der Laie, ich habe ein Paar prächtige, wohlgenährte und starke Pferde, aber alle beide ziehen keine 36000 Pfund, und wenn sie ein ganzes Jahr arbeiten sollten.

Würde statt des einen Factors 1 der Factor 100 und statt des andern 36 000 der kleinere 360 gesetzt werden, was ganz dasselbe ist (denn 100 mal 360 giebt gerade genau so viel als 1mal 36 000), so würde kein Mensch die Sache in Abrede stellen und ein Jeder ein faßliches Bild haben; daß ein Pferd 360 Pfund in einer Minute 100 Fuß heben könne (ohne Flaschenzug, allein durch eine Rolle), wird man gar nicht zu bestreiten der Mühe werth finden.

Nun sehen wir uns die Pyrenäen an, ein 10 000 Fuß hohes Gebirge, zwischen dem Mittelmeer und dem atlantischen quer über die Verbindungslinie von Frankreich und Spanien ziehend, da stellt sich uns auch etwas Großartiges, in die Augen Fallendes dar, und wir glauben Wunder, welche gewaltige Massen da vorhanden sind; vertheilt man dieselben aber auf ganz Europa, so wird die Fläche desselben kaum um 6 Fuß erhöht werden.

Wenn man den beträchtlichsten Gebirgsstock dieses Continents, die gesammten Alpen, von den piemontesischen und französischen an, durch die schweizer, tiroler, steirischen, kärnthner bis zu den dinarischen Alpen, die im Hämus am schwarzen Meer enden, in seiner ganzen Breite von 15 bis 30 deutschen Meilen in einer Fläche ausdehnt und über ganz Europa breitet, so wird dieses kaum um 20 Fuß erhöht werden.

Nehmen wir nun alle Gebirgsstöcke zusammen, fügen wir dazu alle Hochebenen, vergessen wir auch nicht die sehr viel größeren Massen der Tiefländer, und breiten wir Alles dieses hübsch eben und gleichmäßig über Europa aus, so beträgt dessen Höhe doch nicht mehr als 600 Fuß, das heißt, nur eben noch die Höhe der letzten Tiefländer, und die Plateaus und Gebirgsrücken werden nur gerade genug sein, um die niedrigeren Stellen dieser Tiefländer so hoch anzufüllen, daß sie alle gleich hoch wären.

Noch viel auffallender ist dies Verhältniß für Südamerika. Die Andeskette, sorgfältig berechnet von der Magelhaensstraße bis zur Landenge von Panama, nimmt einen Flächenraum von 32 000 Quadratmeilen ein; sie ist nämlich 1100 Meilen lang und hat eine mittlere Breite von etwa 30 Meilen, was allerdings viel erscheint, wenn man bedenkt, daß sie an manchen Punkten noch nicht 10 Meilen mißt, was hingegen völlig ausgeglichen wird durch die sehr breiten Gebirgsstellen von Peru (75), Neu-Granada (90) und Bolivia (120 Meilen).

Breitet man diese gewaltige Erdmasse, die Humboldt zu einem dreiseitigen Prisma von der angegebenen Grundfläche und von etwa 8000 Fuß Höhe anschlägt, über ganz Südamerika aus, so würde dasselbe eine wagerechte Ebene von 385 Fuß Erhebung bilden, denn es hat eine Ausdehnung von 322 000 Quadratmeilen; vertheilt man auf diese das dreiseitige Prisma von der Höhe von 8000 Fuß, welches gleich ist einem Rechteck von derselben Grundfläche und der halben Höhe, d. h. 4000 Fuß, so wird man das Exempel ganz richtig finden; nämlich 4000 Fuß auf die zehnfache Fläche ausgebreitet, geben 400 Fuß, und die 2000 Quadratmeilen, welche noch übrig sind, nehmen so viel von den 400 Fuß hinweg, daß nur 385 übrig bleiben. Nordamerika hat eine noch um etwa 30 000 Quadratmeilen größere Ausdehnung als Südamerika, und die Hälfte davon ist niedriges Land. Auf dessen Erhöhung würden, nach Humboldt's scharfsinnigen Untersuchungen, Einfluß haben der gebirgige Theil von Mexico, die Felsengebirge und die Alleghanies. Die eigentlichen Gebirge umfassen einen Flächenraum von nahezu 28 000 Quadratmeilen.

Die nordamerikanische Andeskette senkt sich, nach den barometrischen Messungen von Humboldt, Oberbergrath Burckart und Dr. Wislicenus, von den Parallelen des 18. und 19. Grades — das ist von der Gruppe des

Vulkans von Orizaba und des Popocatepetl bis Santa Fé und Taos in Neu-Mexico — so herab, daß sie in diesem Zwischenraum nirgends in die sich doch ebenfalls gegen Norden zu schnell erniedrigende Schneegrenze reicht. Auf den Expeditionen von 1842 und 1844 hat der kühne und verdienstvolle Fremont in der Gruppe der Windflußberge, unter dem 43. Grad der Breite, einen einzigen Gipfel von 12 730 Fuß erstiegen. Zwischen den Parallelen von 34 und 47 sind 400 Punkte ihrer Höhe nach bestimmt worden, so daß eine Länderstrecke, welche mit den Krümmungen des Weges an 900 geographische Meilen beträgt, von der Mündung des Kansasflusses in den Missouri bis zum Fort Vancouver und zu den Küsten der Südsee — fast 280 Meilen mehr als die Entfernung von Madrid bis Moskau — in ihrem Höhenprofil über der Meeresfläche hat dargestellt werden können. Unter den mittleren Breiten von 37 bis 43 bieten die Felsengebirge außer großen Schneegipfeln, welche mit der Höhe des Pics von Teneriffa zu vergleichen sind, Hochebenen in einer Ausdehnung dar, wie man sie sonst kaum auf der Erde findet. Sie übertreffen in der Richtung von Osten nach Westen die mexikanischen tropischen Hochebenen fast um das Doppelte. Von dem Gebirgsstock, welcher westlich vom Fort Lamarie anfängt, bis jenseits der Wahsatch-Mountains, erhebt sich ununterbrochen eine Anschwellung des Bodens von 5000 bis 7000 Fuß über die Meeresfläche. Dieser Raum, the great Bassin, eine Art von breitem Längenthale zwischen den Rocky-Mountains und der westlichen Schneekette der Küste von Californien, ist voller Salzseen, deren größter ehemals als Laguna de Timpanogos bezeichnet, 3940 Fuß Höhe hat. In den kleinen Utah- oder Mormonensee der mit dem Great Salt Lake zusammenhängt, mündet der Fluß Timpan Ogo, das ist in der Sprache der benachbarten Völkerstämme der „Felsenfluß". Alle Bergketten berechnet, deren mittlere Höhe zu 4800 Fuß angenommen werden kann, dazu die Apalachen-Gebirge (deren einer Theil die Alleghanies heißt, davon jetzt das ganze Gebirge so benannt wird), in einer Ausdehnung von 1500 Quadratmeilen und in einer mittleren Höhe von 2400 Fuß, würden diese die Höhe des nordamerikanischen Flachlandes kaum um 250 Fuß erhöhen.

Der größte Welttheil ist das ungeheure Asien, welches einen Quadratinhalt von 756 450 Meilen hat, wovon die sibirischen Ebenen allein über 200 000 enthalten. Die Massenerhebung zwischen dem Himalaya und dem Küen-Lün, zwischen den Parallelen von 28 und 36 Grad, hat, wenn man die beiden hohen Bergketten mit einrechnet, eine Oberfläche von 23 000 Quadratmeilen. Die Länge des ganzen Gebirgszuges von Gilgit bis Brahma Kunn schätzt Hodgson zu 450 Meilen, die mittlere Breite zu 25, schwankend zwischen 18 und 30 Meilen. Die mittlere Höhe des Kammes rechnet Hodgson

nur zwischen 9500 und 15 000 rheinl. Fuß. Dieses ungeheure Hochland, auf ganz Asien vertheilt, würde nicht mehr als eine Erhebung des Tieflandes von 300 Fuß hervorbringen.

Aus allen diesen von Humboldt mit großem Scharfsinn angestellten und hier nur bruchstückweise angedeuteten Untersuchungen, die er allerdings auch nur „Anfänge" nennt, geht unwiderleglich hervor, daß die Gebirge, welche den ungeheuersten quantitativen und Masseneindruck auf den Menschen machen, doch nur unbedeutende Erhebungen sind, wenn man sie mit der Gesammtmasse der Erde vergleicht, und ferner geht daraus hervor, daß die Plateaus und Hochländer bei weitem mehr ins Gewicht fallen.

Hebungen der Erdrinde.

Alle Erhebungen der Erdrinde über ein allgemeines Niveau sind im letzten Grunde das Werk einer innern Thätigkeit der Erde, und diese Thätigkeit kann keine andere sein als die Wärme, welche den ganzen Erdkörper durchdringt.

Die Urgesteine der Erde waren *krystallinische*; äußere Gewalten, die bewegte Atmosphäre, das bewegte Wasser, nagten unaufhörlich an der kaum erstarrten Oberfläche, mischten die abgeriebenen Theile miteinander und führten sie an niedrigere Stellen, wo dieselben nach dem Gesetz der Schwere niedersanken und große horizontale Schichten bildeten, auf welche sich andere ähnliche niederließen, und so entstanden aus den ursprünglich im feurigen Fluß gewesenen erstarrten *krystallisirten* Gesteinen die aus Abreibung derselben ihr Material herleitenden *geschichteten* Gesteine, welche in großen, ausgedehnten Lagen von sehr verschiedener Dicke die Oberfläche der Erde bedeckten. Aber dieser ruhige, langsame Bildungsprozeß der Erdoberfläche ward durch die gewaltigen Kräfte im Innern der Erde gestört und unterbrochen oder auf eigene und jedenfalls nicht ruhige Weise verändert. Den Hauptkörper der Erde, den Kern, müssen wir uns noch jetzt, nach Jahrmillionen von jener Periode an, als in feurigem, in glühendem Fluß begriffen denken. Noch jetzt, wo die Erdoberfläche durch Abkühlung viel weiter abwärts erstarrt ist, vermag sie nicht vollkommen Widerstand zu leisten den gewaltigen plutonischen Massen; wie viel weniger damals, als die Dicke der erstarrten Schicht vielleicht noch nicht den funfzigsten Theil ihrer jetzigen Dimension hatte! Die auf der Ebene der Erde gelagerten Massen hoben sich, durch die innere Kraft getrieben, und hoben sich da, wo der geringste Widerstand geleistet ward,

am stärksten, dergestalt daß ein Abfall nach zwei verschiedenen Seiten bemerkbar wurde, aber — aus der Sache selbst hervorgehend – nicht gleichmäßig erfolgte, eben deshalb, weil der Widerstand ungleich war. So erhob sich hier nur ein Buckel in der Erdoberfläche, ohne sie zu zerreißen; dort erhob sich ein großes, weitgestrecktes Plateau; da wiederum erhob sich in dem Plateau selbst oder an der Grenze seiner Erhebung noch ein neuer Höhenzug, oder es riß die Erdoberfläche, und aus dem Spalt quollen die geschmolzenen Massen hervor, eigentlich nur unbedeutend, nur den Spalt ausfüllend, um Weniges überragend, allein für uns kleine Insekten auf diesem großen Ameisenhaufen doch immer ungeheuer.

So konnte nicht nur die ebene Oberfläche der Erde uneben werden, es wurden auch die Bestandtheile derselben entweder verändert, oder es kamen wirklich andere hinzu. Die gelagerten Schichten erhielten statt ihrer ebenen Erstreckung eine geneigte, eine steile, eine aufrechte; die Materie derselben wurde verändert durch die Gluth des nahen geschmolzenen Innern; sie wurde halb eingeschmolzen und erstarrte aus der Gluth. So wurde, noch unter dem besonderen Einflusse des Druckes, aus Kalkniederschlägen der Marmor mit kristallinischem Ansehen, so wurde aus dem erdigen Schiefer der krystallinische, so bildeten sich in den erdigen Massen Sprünge und Spalten, und diese wurden mit anderem Gestein ausgefüllt, und diese Gänge mit ihrem Ganggestein dienten als Werkstätten für die Bildung der Metalle und Erze.

Begreiflich ist es, daß diese Umgestaltungen der Erdrinde allmählich, in vielen, durch lange Zeiträume von einander getrennten Epochen vor sich gingen, und diese Epochen und die Bildungen, die denselben angehören, unterscheidet man, je nach dem Alter derselben, in frühere oder spätere, primäre, sekundäre, tertiäre u. s. w., oder je nach den Substanzen, woraus sie bestehen, in Kalk-, Schiefer-, Sandstein-, oder nach den beiden Hauptgewalten, durch welche sie hervorgerufen sind, in neptunische (wässrige) oder plutonische und vulkanische (feurige) Formationen. Der ganze äußere Erdkörper besteht aus diesen Formationen; sein Relief aber, seine Oberflächengestaltung, rührt nur von den beiden letztgedachten Umständen her, ob nämlich vorzugsweise das Feuer oder das Wasser dabei gewirkt habe, und zwar ist jederzeit zu erkennen, das Feuer habe gebildet und umgebildet, das Wasser nur umgebildet.

Im Verlaufe dieses Buches ist vielfältig auf die verschiedenen Gesteinslagen der Erdrinde hingewiesen worden. Die ursprüngliche Masse, äußerlich erstarrt, wurde, nachdem sie so weit abgekühlt war, daß Wasser darauf bestehen konnte (in tropfbarer Gestalt), von diesem allseitig benagt; das Abgespülte lagerte sich, wenn die Zeit und die nöthige Ruhe ihm

gegeben war, in weit gestreckten Schichten ab und bildete die erste neptunische Formation.

Daß dieses sich vielfach erneuert habe, ist begreiflich, und der jetzige Zustand der Erde und ihre äußere Gestalt ist nur das Resultat der letzten Operation der schaffenden Kräfte, welche über der Erde gewaltet, Hebungen und Senkungen veranlaßt haben, die wir jetzt als Festland oder Inseln, als Plateaus und Hochgebirge oder als Meeresbette sehen.

Daß die Plateaus durch langsame Hebung entstanden sind, ist so wenig zweifelhaft, als daß die Gebirge theilweise durch gewaltsame Eruptionen gebildet wurden. Für Beides haben wir noch in der Gegenwart hinlängliche Thatsachen vor uns; die Küsten von Skandinavien und von Chile heben sich noch jetzt unablässig, und für das rasche Aufsteigen von Bergen werden wir später bei dem Vulkanismus die überzeugendsten Beispiele anführen. Stabil ist also die Gestalt der Erde noch keineswegs; ihre Widerstandsfähigkeit hängt ab von der Dicke ihrer erstarrten Oberfläche und von der Zähigkeit des Materials, welches sie bildet. Gab in den früheren Perioden die Erdrinde leichter nach, so mußte sie, im Laufe der Tausende von Jahrtausenden weiter nach innen zu erstarrend, durch die Umwandlung von stark comprimirten flüssigen Massen in feste Körper, in immer dicker werdende Kugelschalen eine rückwirkende passive Kraft erlangen, die immer größer wurde, je länger der Erstarrungsprozeß dauerte.

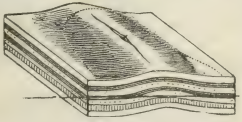
Gewaltsame Hebung.

In der beigegebenen Figur sehen wir eine solche gewaltsame Hebung des Bodens dargestellt, wie dieselbe von Murchison an dem Wyefluß in Wales aufgenommen wurde. Die stürmischen Kräfte, welche hier gewaltet haben, fanden in den gehobenen Schichten noch keinen so bedeutenden Widerstand, daß sie nicht hätten verschoben und gefaltet werden können. Das innerste, plutonische Gestein drückte die darüber gelagerten, vielleicht noch nicht erhärteten Sedimentschichten dom- und kuppelartig so hoch empor, daß daraus die wunderbare Gestaltung, welche an ein künstliches Gewölbe erinnert, entstand. Die auf der rechten Seite des Bildchens am Abhange und tief unten liegenden Massen, welche man für Blöcke herniedergerollten Gesteins ansehen könnte, sind nur Gebüsche, welche Murchison bei Aufnahme jener Gegend mitzeichnete, wiewohl sie für den Gegenstand an sich nicht eben wesentlich sind.

Je nachdem die gehobenen Gesteinschichten nun überhaupt fest waren oder durch die hohe Temperatur des empordringenden, geschmolzenen Erdinnern umgewandelt, in krystallinisches Gestein verwandelt wurden oder nicht, war nunmehr dem flüssigen Hauptbestandtheil der Erde die weitere Umbildung und Gestaltung überlassen. Dr. Mac Culloch giebt in seiner Beschreibung der Insel Lewis die folgende Ansicht eines durch das Meer ausgewaschenen mächtigen Felsens, welcher früher ein natürliches Gewölbe bildete, ganz analog dem Gegenstande der vorigen Zeichnung. Alles leicht auflösliche oder dem Verwittern ausgesetzte Gestein, Schiefer, Sandstein, Kreide, ist weggewaschen, vielleicht damit zugleich die Unterlage der einen Hälfte des Bogens, der dann, seines Fundaments beraubt, zusammenstürzte, wie wir am Fuße des grotesk geformten Felsens solche Stücke sehen, die wohl früher seine andere Hälfte gebildet haben können — das fester begründete Stück blieb jedoch unangetastet von Wellen, Frost und Regen stehen, ein Denkmal der gewaltigen, schaffenden Kräfte der Natur.

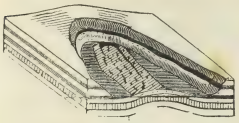
Trümmer.

Sind die Bewegungen weniger gewaltsam und stürmisch gewesen, so war die Erhebung von geringerer Bedeutung, und es giebt die unten folgende Zeichnung ein Bild, wenigstens eine Andeutung von der Art der Beugung und Erhebung der Schichten. Die Oberfläche bildet dabei eine einfache Welle, wie wir dieselbe sehr häufig in den ebenen Ländern sehen, und ist die Erhebung weitschreitend, so entsteht wohl eine Zerreißung der obersten Bedeckung. Hiermit ist denn auch sofort eine Bedingung zur Thalbildung gegeben; der Niederschlag aus den Wolken findet in der durch den Spalt aufgeschlagenen Rinde der Erde ein leichtes, lösliches Material, mit dem er sich beladen und das er abwärts führen kann. Bald werden wir dann eine Auswaschung entstehen sehen, wie sie die umstehende Figur zeigt, in welcher die oberen Schichten, so weit sie leichter zerstörbar sind, hinweggenommen und offen zu Tage gelegt sind. Solche Thäler nennt man Erosionsthäler, weil sie gewissermaßen ausgenagt, ausgefressen sind. Der in den beiden letzten Figuren gegebene Durchschnitt zeigt eine

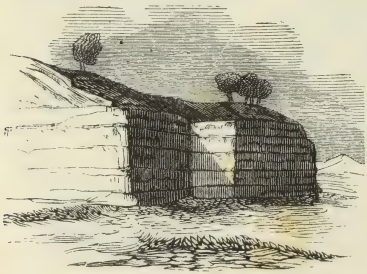


Spaltung.

Biegung der Schichten durch die unterirdischen Gewalten. Man sollte glauben, dies könnte bei erstarrtem Gestein unmöglich stattfinden, es müßte bersten und brechen. Diese Meinung ist keineswegs richtig — erstens kann ja die Hebung stattgefunden haben, als die Schichten noch in glühendem, wenigstens noch in weichem Zustande waren, dann aber sieht man, daß selbst das sprödeste Gestein eine gewisse Biegung erträgt, nicht etwa wie eine Glastafel, welche elastisch ist, nicht wie der Itacolumit, der biegsame Sandstein, welchen Humboldt aus Mexico mitbrachte, sondern wie der beinahe ganz unelastische Schiefer, von welchem ein Stift — wie brüchig er auch ist, doch eine deutlich wahrnehmbare Krümmung aushält, falls er lang genug ist. In den englischen Kohlenbergwerken hat man diese Erscheinung zuerst recht im Großen wahrgenommen und technisch benannt. Die „Creeps" sind Krümmungen des Bodens, welche entstehen, wenn man die Kohlenschichten ausbeutet und von dem ganzen, meilenweit ausgedehnten Lager nur so viel stehen läßt, als nöthig, damit das Hangende (die Bedeckung des Kohlenflötzes) nicht zusammenstürze. Man sieht nun, daß der feste Schieferthon sich innerhalb der durch die Ausbeutung leer gewordenen Gänge erhebt und eine Wölbung bildet, daß erst, wenn diese Wölbung eine sehr bedeutende geworden, ein Bersten eintritt, daß aber zuletzt durch den ungleichen Druck, der auf den Pfeilern in seiner ganzen Mächtigkeit lastet, während er auf den ausgebeuteten Stellen ganz aufgehört hat, die leer gewordenen Stellen durch das Liegende ganz ausgefüllt werden und man alsdann zur Hinwegräumung der Kohlenpfeiler schreiten kann, weil nunmehr durch die Creeps, die hinaufgeschobene Unterlage der Kohlen, die Decke getragen wird. Ein solches Erheben geschieht übrigens wunderbar schnell; drei bis vier Wochen nach der Hinwegräumung der Steinkohle sind gewöhnlich die leeren Räume ausgefüllt, falls der Boden nicht eine durchaus feste und mächtige Gebirgsart ist, wie Quadersandstein und dergleichen.



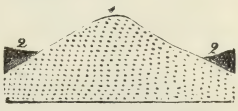
Auswaschung.



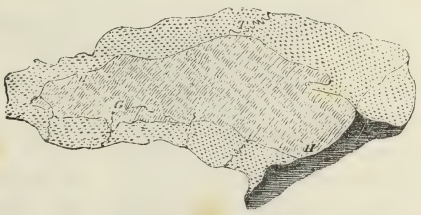
Quadersandstein.

Wird solcher durch einen ausgedehnten Druck von innen gehoben, so gewährt er die Ansicht, welche wir hier zu geben versucht haben. Es rücken mit ganz steilen Wänden, als wären sie aufgemauert, solche, oft lang gestreckte Schichten aus dem ebenen Boden empor. Ist die Erhebung gering, nur ein paar Fuß, so nennt man sie Bänke. Dergleichen erscheinen in der ausgedehntesten Art in den Steppen von Südamerika — sind sie hochgeschichtet, so gewähren sie oft sehr eigenthümliche Ansichten, die um so sonderbarer werden, als auch an ihnen Regen, Frost und Wind nagen, die weicheren Substanzen hinwegspülen und das Härtere in grotesken Formen zurücklassen.

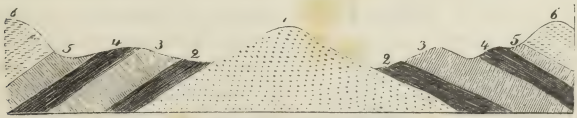
Wenn die Hebungen gleichmäßig waren, entstanden Plateaus; wenn sie unregelmäßig erfolgten, Dome, Kuppeln; wenn sie zu verschiedenen Malen sich wiederholten, zusammengesetzte Gebirge. Eine einfache Hebung und Wölbung des Bodens würde aus der Vogelperspective gar nicht wahrgenommen werden; ginge die Hebung einer untern Schicht aber bis zur Trennung der obersten 2, 2, wie die vorstehende Figur andeutet, so müßte man, aus einem Luftball herabschauend, ein Bild haben, welches etwa der nebenstehenden Figur entspräche, d. h. es würde die erhobene Stelle, welche den Durchbruch veranlaßte, inselartig aus dem übrigen Terrain hervorstehen.



Einfache Erhebung.


Dieselbe aus der Vogelperspective.

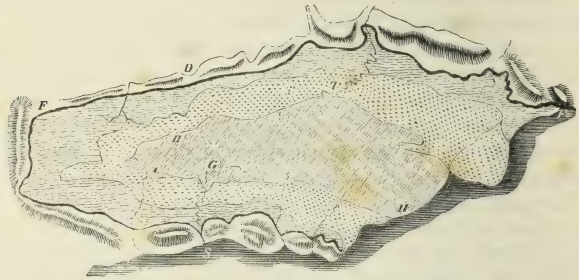
Wenn man sich eine nachträgliche, eine neue Hebung denkt, welche nun auch dasjenige betroffen hat, welches früher die Ursache des Berstens der Oberfläche war, so wird man solcher Schich-



Durchbrechung mehrerer Schichten.

tungen mehrere wahrnehmen. Im Durchschnitt sieht man zwei oder drei Schichten (auch viel mehr, je nach der Menge der Ablagerungen, welche

sich auf demselben Orte gehäuft haben) schräge gestellt, weil eine unterirdische Gewalt sie emportrieb, sie aus ihrer ursprünglich horizontalen Lage brachte, und wenn man nun diese Ablagerungen von oben herab besieht, so wird sich das Bild wieder anders, und zwar ebenso gestalten wie die folgende Zeichnung, welche der Natur entnommen ist. Bei dem Marktflecken Tunbridge, in der Grafschaft Kent in England, berühmt durch seine Mineralquellen, befindet sich ein Berg von Hastingssandstein, stark mit Kohlen und Pflanzenresten durchsetzt (ein Glied der englischen Wealdenformation, 1 auf der vorigen Figur und die Mitte der gegenwärtigen einnehmend); dieser ist rund umgeben von dem beinahe immer mit ihm verbundenen Wealdenthon (2, 2 der vorigen Figur), der erstere ist wellen-

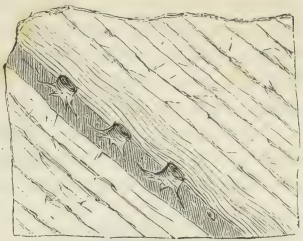


Durchbrechen mehrerer Schichten, von der Höhe betrachtet.

förmig schraffirt in der Zeichnung, der andere ist punktirt. Auf die Umgebung folgt der Grünsand (3,3) und ganz äußerlich, ein Ringgebirge um den isolirten Kegel bildend, der am stärksten gehobene Kalk, welche Formation man an der Zeichnung deutlich erkennt.

Bei einiger Phantasie wird ein jeder meiner Leser sich dieses bald weiter und deutlicher ausmalen können; damit aber das Wort Phantasie Niemanden zu dem Glauben verführe, dieses ganze System von Hebungen ꝛc. habe seinen Ursprung nur in dieser, so sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß alle Sedimentschichten ursprünglich horizontal gewesen sein müssen, wie aus der Natur ihrer Entstehung hervorgeht (Ablagerung kann sich den Gesetzen der Schwere nach durchaus nicht anders als horizontal gestalten), daß also alle diejenigen Schichten, die nicht horizontal gefunden werden, aus ihrer natürlichen Lage gerückt sind. — Es sei aber ferner bemerkt, daß außer diesem an sich vollkommen genügenden indirecten Beweise noch unzählig viele directe gefunden worden sind. Das folgende Bildchen giebt den Durchschnitt einer mächtigen Schich-

tung sehr verschiedener Sedimentgesteine, deren eine fruchtbar genug war, um einen wohlbestandenen Wald zu tragen, von welchem die Wurzelstöcke noch erhalten sind, wenn schon in fossilem Zustande. Diese Bäume haben doch einmal senkrecht gestanden; dann sind sie durch immer neue Sedimentschichten bedeckt. Jetzt stehen sie sämmtlich unter einer Neigung von 45° gegen die lothrechte Linie, so wie ihr Boden einen Winkel von 45° mit der horizontalen macht. Auf unsern Bergen stehen auch Bäume, aber sie bilden dann mit ihrer Unterlage *nicht rechte*, sondern mehr oder minder *spitze* Winkel, sind aber selbst lothrecht gewachsen; da dieses hier nicht der Fall, so hat man einen directen Beweis, daß die Schichten, auf denen sie stehen, aus ihrer natürlichen (horizontalen) Lage gerückt sein müssen.



Versunkene Wälder.

Aufrecht stehende Schichten.

Bis zu welchem Grade eine solche Aufrichtung stattfinden könne, geht aus dem nebenstehenden Bildchen hervor, welches den Felsen zeigt, auf dem das einst so berühmte und feste Powis Castle erbaut ist. Hier sieht man die ganze Reihe der unsern davon horizontal oder nur wenig geneigt über einander gelagerten Gesteine.

Es wird einem jeden denkenden Leser sofort einleuchten, daß, wenn solche vereinzelte Hebungen einen Berg gestalten, Hebungen größerer Ausdehnung *Bergreihen* bilden werden, und so ist es auch. Hat sich durch die Zusammenziehung der erstarrenden Erdkruste ein lang gestreckter Spalt geöffnet, so tritt das noch geschmolzene Erdinnere daraus hervor, und es erhebt sich eine *Bergkette*, ein Gebirge von großer, mitunter von ungeheurer Länge, wie die Andes von Süd- und die Felsengebirge von Nord-

Bergkette.

amerika. In diesem Falle wird Urgestein zu Tage liegen. Ist jedoch nur eine Hebung einer beträchtlichen Strecke vor sich gegangen, so werden wir ein Gebirge, gleich dem vorstehenden, wahrnehmen, dessen Seitenflächen nirgends schroff abfallen, sondern sanfte Abhänge bilden, und dessen niedriger liegende Schichten parallel mit den höheren gleichfalls geneigt sind, wie im Ural.

Ist eine solche Hebung des Bodens auf mehreren Strichen vor sich gegangen, so bildet sich eine Gliederung, wovon die nachstehende Zeichnung eine Andeutung giebt; zwei oder mehrere unter einander parallele Bergketten bilden ein Gebirgssystem, welches langgestreckte Thäler einschließt, indessen zwischen den Seitenausläufern die Querthäler liegen, von denen die rechte Seite der Zeichnung mehrere giebt. So zergliedert sind z. B. die Alleghanies in Nordamerika. Ging die Hebung jedoch nicht von einer weit gestreckten Linie, sondern von einem Flächenraum aus, den man vielmehr quadratisch oder kreisförmig als lang und linear nennen kann; reihten sich um einen zuerst erhobenen mächtigen Berg viele andere entweder in strahlenförmig auseinanderlaufenden Linien oder in weiter und immer weiter geschweiften Ringen: so wird das entstehen, was man Centralgebirge nennt. Der Harz ist ein solches Centralgebirge, dessen Bergzüge, Bergreihen ꝛc. sich um den Hauptstock, den unter allen am höchsten erhobenen Brocken, gelagert finden. Ein noch viel schöneres Beispiel eines Centralgebirges (oder, wie man sie in neuerer Zeit auch nennt, eines Massengebirges) giebt der Aetna. Die parallele Gliederung der Gebirge (siehe die voranstehende Zeichnung) ist mehr den langgestreckten Gebirgszügen eigen, daher findet man sie in den Andes, den Pyrenäen, den Alpen; die strahlenförmige Gliederung ist den Massengebirgen vorzugsweise eigen; ein recht eigentliches Centralgebirge kann jedoch sehr wohl eine parallele Gliederung haben, wenn nämlich die Bergreihen sich ringförmig um den Hauptgebirgsstock gelagert haben.

Parallele Bergketten.

Diese Ansichten umschließen nicht müßige Träumereien, es sind That-

sachen, von denen wir sprechen; es handelt sich nicht allein um Dinge, welche vielleicht vor Hunderten und Tausenden von Jahrmillionen geschehen sind, von denen wir nichts wissen, worüber wir nur Muthmaßungen aufstellen können; es handelt sich um Dinge, die unter unsern Augen vorgehen; denn noch jetzt öffnen sich nicht etwa Spalten und Spältchen, noch jetzt sind es nicht kleine Hügel, die sich erheben, es sind Abgründe, welche ganze Provinzen umschlingen, es sind Gebirgserhebungen, welche ganze Länder umgestalten, die wir mit unsern Augen vor sich gehen sehen.

Schon aus sehr alten Zeiten haben wir Nachrichten über die Bildung neuer Inseln, über die Erhebung des Meeresbodens zu Bänken. Plinius, Strabo und andere unverdächtige Zeugen geben uns hiervon Kunde, und die Insel Santorin mit ihren kleinen Schwestern Kaimeni, Therasia, Aspronisi ꝛc., welche einen kreisförmigen Hafen von geringem Umfange, offenbar einen halb erloschenen Krater umschließen, sind die noch vorhandenen Zeugen solcher Begebenheiten, zu deren Aufklärung sie auch im Jahre 1866 wieder nicht wenig beigetragen haben.

Schon seit Anfang dieses Jahrhunderts beobachtete man mit Hilfe häufig wiederholter Tiefenmessungen ein langsames Emporsteigen des Meeresbodens zwischen den Inseln Neo-Kaimeni und Santorin, welches der Vorbote der allerneuesten Veränderungen in diesem vielfach vulkanisch bewegten Meeresstriche war. Es begann nämlich am 27. Januar 1866 das Meer in dem kleinen Hafen Vulcano, der auf der Südseite der Insel Neo-Kaimeni liegt, heftig zu wallen; man hörte tief aus dem Innern der Erde dumpfes Getöse heraufschallen, und der feste Boden begann sich so gewaltig zu regen, daß die in der Nähe befindlichen Häuser einstürzten. Schon am folgenden Tage stiegen große Gasblasen an die Oberfläche des stark erhitzten Meeres und wichen allmählich weithin leuchtenden Flammen; der Boden begann sich so rasch zu senken, daß man bereits am Nachmittage des 1. Februar zu Schiffe in die Häuser gelangen konnte, welche noch wenige Tage vorher zehn Fuß hoch über dem Meeresspiegel lagen. Zu gleicher Zeit bemerkte man in der Mitte des kleinen Hafens Vulcano ein Felsenriff, welches schon am 4. zu einer Insel geworden war und nach dem regierenden Könige von Griechenland den Namen Georgios erhielt; die erst kalten Blöcke, welche die Oberfläche dieser Insel bedeckten, wurden beständig nach ihren Rändern zu geschleudert, so daß sich die Insel dadurch fortwährend vergrößerte, und durch immer heißer werdende ersetzt; schließlich wurden es glühende Massen, welche im Dunkeln hell aufleuchteten und den Umfang der Insel von der Mitte aus so schnell vergrößerten, daß sie bereits am 11. bei einer Höhe von 100 und einer Breite von 200 Fuß eine Länge von circa 500 Fuß besaß. Jetzt mach-

ten sich auch westlich vom Vorgebirge Phleva, nach Palaeo-Kaimeni zu, einige Symptome eines baldigen Ausbruches bemerkbar. Das Meer in der Nähe erhitzte sich bedeutend, nahm eine grünlich gelbliche Färbung an und bedeckte sich ebenfalls mit zahlreichen Gasblasen. Indessen erfolgten vom 20. bis 28. Februar unter großem Donner auf der Georgsinsel massenhafte Auswürfe von Steinen und Asche; die Dampfaushauchungen erreichten eine Höhe von 6—10 000 Fuß und überschütteten Santorin zum großen Theile mit feiner schwarzgrauer Asche. So gewaltig war der Ausbruch am 20. Februar, daß er durch seine glühenden Steine ein Lastschiff, dessen Kapitän er bereits getödtet hatte, vollständig in Flammen setzte. Immer mehr wuchs der Umfang der Insel, sie lehnte sich schließlich im Norden an den Südabhang des Kegels von Neo-Kaimeni an, während sie auf der anderen Seite als Georgsvorgebirge weit in die See hineinragte und hier Tiefen von 150—200 Fuß gänzlich ausfüllte. Die Detonationen ruhten fast nie völlig, waren im Gegentheil häufig sehr mächtig und großartig, dabei aber doch von sehr wechselndem Charakter. Die breite Gipfelfumarola zeigte sich oft nur 100—200 Fuß hoch, oft kolossal, in einer Höhe von 3—6000 Fuß, und bei starkem Winde tief geneigt und 3–6 Seemeilen lang. Der nicht sehr starke Schwefelgeruch war trotzdem auf Milos, Jos und Amorgos zu verspüren. Nachts war das Dampfgewölk in seinem unteren Theile stets roth leuchtend, oft von sehr schönem Anblick, doch ging der rothe Schein nie höher als 1000 Fuß; nur bei den stärksten Ausbrüchen konnte man in einer Entfernung von einer halben deutschen Meile mit einem zwanzigmal vergrößernden Fernrohre wirkliche Flammen mit bläulichen und grünlichen Spitzen leicht und deutlich wahrnehmen.

Während sich in dieser Weise die Georgsinsel entwickelte, bildete sich, wie bereits erwähnt, westlich von der Phlevaspitze an einer zwanzig Klafter tiefen Stelle auf ganz dieselbe Art eine zweite Felseninsel, welche den Namen Aphroëssa (nach dem gleichnamigen Kanonenboot, welches durch den Ausbruch des Georgios bedroht war) erhielt. Zwischen dieser Insel und Paläo-Kaimeni fand eine Hebung des Meeresbodens statt; denn während dieser 1848 eine Tiefe von 100—103 Faden besaß, erreichte man jetzt schon in 40—70 Faden Tiefe den Boden. Schon Mitte März bildete Aphroëssa keine Insel mehr, sondern hatte sich bereits mit dem Cap Phleva vereint unter schwachen, aber beständigen Dampf- und Steineruptionen.

Seit Mitte Februar nahm auch der untere südliche Abhang des alten Eruptionskegels auf Neo-Kaimeni an diesen vulkanischen Erscheinungen Theil. Starke Schwefelfumarolen drangen durch ihn zu Tage und nährten sich täglich mehr dem Gipfel. Gegen Ende März waren sie bereits stark

in dem Krater des alten, auch durch große, neue Spalten zerrissenen Kegels von Neo-Kaimeni bemerkbar, während das Wasser in der Nähe seines Nordabhanges sich bis auf 55° erwärmt hatte.

Von derselben Zeit an nahm die Spalte, auf deren einem Ende die Georgsinsel, oder vielmehr jetzt Georgsvorgebirge liegt, während sich auf dem anderen die Insel Aphroëssa befindet, nicht mehr an Größe zu und concentrirte sich die ganze vulkanische Thätigkeit immer mehr nach ihrer Mitte hin, so daß diese jetzt völlig umgrenzt, ja sogar stets an Ausdehnung abzunehmen schien; trotzdem behauptete sie sich aber immer noch mit großer Heftigkeit und nahm sogar bis gegen Mitte Mai hin wider alle Erwartung nur sehr wenig ab. Bringt man nun die Stärke und Häufigkeit der von ihr verursachten Detonationen in Rechnung, so muß man ihr im Gegentheil sogar eine Vermehrung zuschreiben, zumal am 23. April eine deutlich wahrnehmbare Verdoppelung in diesen Erscheinungen eintrat, welche selbst noch Mitte Mai anhielt und die Einwohner von Santorin von neuem in die größte Bestürzung versetzte. In diesem Zustande hielt sich die ehemalige Georgsinsel noch mehrere Monate und bietet jetzt einen davon wesentlich verschiedenen Anblick. Ihre Form und Lage veränderte sich dadurch etwas, daß ihr Gipfel an eine andere Stelle rückte und sich jetzt weiter südöstlich als früher, doch dem Meere um ungefähr 150 Fuß näher befindet; ebenso besitzt er jetzt eine viel regelmäßigere Gestalt als früher. Es ist ein steiler, ungefähr 200 Fuß hoher Kegel, oben abgestumpft und circa 300 Fuß im Durchmesser haltend. Er besteht ganz aus unregelmäßigen Lavablöcken, von welchen einige ein ungeheures Gewicht besitzen, und welche zum größten Theile durch Wasserdämpfe und saure Exhalationen bedeutend verändert sind. Der Gipfel des Berges selbst ist von einem großen Krater durchbrochen, der aber nichts weniger als offen ist, denn eine beträchtliche Menge festgewordener Lava füllt ihn, wenn nicht ganz, so doch wenigstens an seiner Oberfläche völlig an. Zwischen dieser Lavamasse und der inneren Kraterwand existirt nur ein schmaler, höchstens 4—5 Fuß breiter Raum, gewissermaßen ein nach unten gehender Kanal, aus dessen Tiefe bis zum Jahre 1870 fast beständig mächtige Dampfausströmungen nach oben stiegen und sich von Zeit zu Zeit im Augenblicke der Explosionen große Rauchwolken erhoben, welche meist aus Wasserdampf bestanden, zu einer bedeutenden Höhe in der Luft anstiegen und von den Einwohnern Kunupidi (Blumenkohl), wegen ihrer außerordentlich großen Aehnlichkeit mit dieser Pflanze, genannt werden; in der Nacht schienen diese mächtigen, pilzförmigen Exhalationen völlig zu erglühen, obgleich ebensowohl vom Gipfel wie von der Basis dieser neuen Bildung alle wirklichen Flammen ganz verschwunden waren.

Am Fuße der Georgsinsel findet man verschiedene Lavaströme, welche sämmtlich nach Süden gerichtet sind, da der nördlich von ihnen gelegene alte Kegel von Neo-Kaimeni sie alle dazu zwingt, diese Richtung einzuschlagen. Die letzten Ströme erstrecken sich ungefähr tausend Fuß weit in das Meer, dessen Wasser in ihrer unmittelbaren Nähe überall eine Temperatur von 50—80° besitzt; hundert Fuß weiter ist sie zwar nur noch circa 40°, hält sich aber trotzdem, namentlich in der Richtung der Ströme, selbst in einer Entfernung von tausend Fuß auf einem ziemlich bedeutenden Höhengrade.

Aphroëssa hat sich zwar mit einer dritten neuen Insel, welche am 10. März, nur durch einen Kanal von 25 Fuß Breite von ihr getrennt, in ihrer Nähe auftauchte und nach dem zur Beobachtung dieser Erscheinung abgesandten österreichischen Kanonenboote Reka genannt wurde, vereinigt, besitzt aber noch einen besonderen Gipfel, aus welchem beständig dichte, röthlich gefärbte Dämpfe emporsteigen; doch haben die Detonationen bedeutend nachgelassen; es finden täglich höchstens noch eine bis zwei statt und auch diese nur von ganz mittelmäßiger Stärke. Ebenso scheint sich die Temperatur daselbst sehr abgekühlt zu haben; Flammen zeigen sich gar nicht mehr, während, ganz im Gegensatz dazu, die Menge der ausgeworfenen Lava sehr beträchtlich ist und ganz deutlich erkennbare Ströme bildet, welche sich einer hinter dem andern befinden und theils eine südliche, theils eine nördliche Richtung eingeschlagen haben. Diese letzteren, also die nach Norden geflossen sind, haben nicht nur den Eingang zu dem kleinen Hafen Vulcano oder St. Georg erreicht, sondern ihn sogar in nördlicher Richtung noch um mehr als 600 Fuß überschritten; glücklicherweise wandten sie sich dann aber westwärts, was für Neo-Kaimeni von höchster Bedeutung sein wird; denn anstatt daß sie, wie man anfangs fürchtete, den Zugang zu dem kleinen Hafen Vulcano, der für den ganzen Handel dieser Inseln, namentlich für Santorin, von größter Wichtigkeit ist, versperrten, bildeten sie eine Art Quai, der von der Küste aus ungefähr 600 Fuß weit in das Meer vorspringt und in Folge dessen den früher sehr kleinen Hafen nicht unbedeutend vergrößert hat. Die Lavaströme von Aphroëssa besitzen demnach eine ungefähre Länge von $^1/_8$ deutsche Meile; bedenkt man aber, daß sie in dem Meere über Stellen fließen, welche 300—400 Fuß tief und häufig noch tiefer sind, und daß sie außerdem noch 50—80 Fuß über dessen Spiegel hervorragen, so wird man wohl ohne weitere Ueberlegung eingestehen müssen, daß die im Laufe eines einzigen Monats dieser neuen vulkanischen Bildung entströmende Lavamasse nicht unbedeutend sein kann. Bis zu einer Entfernung von 60 Fuß von dem Ufer der Insel Aphroëssa schießen diese mächtigen Lavaströme mit einem Neigungswinkel von 45°,

also einem halben rechten, in das Meer ab; dann fallen sie aber plötzlich so steil ab, daß man wohl ohne Uebertreibung sagen kann, sie bilden eine fast senkrechte Kluft bis zum Seeboden. Von höchster Wichtigkeit für die Erklärung vulkanischer Erscheinungen ist auch noch die Thatsache, daß diese Lavaströme unter dem Wasser nicht als gleichförmige, in Erstarrung übergegangene Flüsse erscheinen, sondern in der Form dicht neben einander liegender Blöcke mit scharfen Ecken erscheinen, denn das Senkblei verwickelte sich in ihnen oft so, daß es nicht wieder emporgezogen werden konnte.

Um Aphroëssa besaß das Meer dieselbe Temperaturhöhe und dieselbe grünlich-rothe Färbung wie in der Nähe des jetzigen Georgsvorgebirges, während es im Hafen Vulcano vollkommen milchweiß aussieht, in Folge des in großen Mengen in ihm aufgelösten Schwefels, der durch die Zersetzung des reichlich entwickelten Schwefelwasserstoffgases entstanden ist.

Während der alte Theil von Neo-Kaimeni zu Anfang dieser ganzen vulkanischen Eruption in der Richtung von der Georgsinsel nach Aphroëssa hin von bedeutenden Erdbeben heimgesucht wurde, hatten sich gegen Ende März in Folge davon in dem Boden vier große Spalten, welche sich allmählich mit Wasser füllten und zu Süßwasserseen wurden, so wie eine mächtige Fumarolenlinie, welche eine unerträglich hohe Temperatur entwickelte, gebildet. Das beständig zunehmende Wachsen dieser schon von Anfang an sehr beträchtlichen Temperatur ließ auf neue Vorgänge vulkanischer Art schließen, und in der That fand auch am 27. April eine Explosion in ihrem heißesten Theile statt; der Boden wurde wild nach allen Seiten umhergeschleudert, und jetzt befindet sich daselbst ein Krater von vielleicht 60 Fuß Durchmesser und eben solcher Tiefe, der aber noch keine Lava ausgeworfen hat; seine Wände sind innen mit prächtigen Krystallen von zum größten Theil zersetzten Eisensalzen bedeckt, und in den ersten Tagen enthielt er etwas Wasser, welches aber bald darauf wieder vollständig verschwunden war.

Der Gipfel des alten Kegels auf Neo-Kaimeni hat gleichfalls ganz bedeutende Veränderungen erlitten: die mächtige Spalte, welche ihn früher nur von seinem Ostrande bis zur Mitte zerklüftet hatte, durchsetzt ihn ganz und gar, und die auf seiner Südseite befindliche hat sich in der Breite verdoppelt; Fumarolen zeigten sich ebenfalls daselbst. Uebrigens sind die Inseln Kaimeni selbst, wie ihr Name (die Verbrannten) andeutet, durch vulkanische Eruptionen entstanden, und zwar Paläo-Kaimeni im Jahre 196 v. Chr., welche sich durch erneute Ausbrüche in den Jahren 19 v. und 726 und 1427 n. Chr. vergrößerte; Neo-Kaimeni zwischen 1707 und 1709.

Die andern, in der Nähe vorgegangenen vulkanischen Erscheinungen sind noch zu wenig untersucht oder zu unbedeutend, als daß wir hier näher auf sie eingehen könnten.

Ebenso merkwürdig ist, was unsern Neapel, was in der Intendantschaft Valladolid in Mexico und was im Meere zwischen Sicilien und Neapel vorging. Im Jahre 1536 ward die Gegend von Neapel stark durch andauernde Erdbeben heimgesucht. Dieselben waren nicht so stark, daß sie Städte umstürzten und ihre Bevölkerungen unter den Trümmern begruben, doch hielten sie die Aufmerksamkeit Jahre lang rege, bis 1538 die Gegend von Bajä bei Puzzuoli sich deutlich und sichtlich zu erheben begann, anschwoll, eine große, mächtige Blase bildend. In der Nacht vom 28. September 1538 öffnete sich unter furchtbarem Krachen diese Blase, welche zu einem 300 Fuß hohen und 8000 Fuß im Umfange habenden Dom angeschwollen war. Es bildete sich, außer einem furchtbaren Abgrunde in der Mitte, eine Reihe in Strahlen von dem Mittelraum ausgehender Spalten, aus denen Feuer, Rauch, Asche, kurz Alles, was zu einem vulkanischen Ausbruch gehört, sich ergoß, wodurch ein Berg, „der neue“ (der noch bis auf diese Stunde sogenannte Monte nuovo), entstand. Seine Spitze ist mit einem Krater versehen, an dessen einer Seite Lavaergüsse unverkennbar sind; das Meer hatte sich auf eine breite Strecke vom Lande zurückgezogen. Der Berg, dessen Fuß durch Auftreibung des Bodens entstanden war, erhöhte sich während der auf den 28. September folgenden sechs Tage bis zu 450 Fuß durch Aufschüttung, wie die Aschenkegel aller Vulkane. Dann wurde er ganz ruhig und blieb es während zweier Tage, worauf eine große Menge Menschen zu ihm strömte, um das neue Wunder anzustaunen, als am 6. Oktober plötzlich ein neuer Ausbruch so gewaltig und so unerwartet erfolgte, daß er Hunderten von Leuten, die sich unvorsichtig dem Berge genähert hatten, den Tod brachte. Seit dieser Katastrophe ist der Monte nuovo unverändert geblieben und scheint erloschen; er stößt nicht einmal schädliche Dämpfe aus, denn er ist mit Büschen und Bäumen besetzt.

In einer uns viel näheren Zeit liegt die Entstehung des Vulkans Jorullo. Sechs Tagereisen westlich von Mexico liegt in der Intendantschaft Valladolid eine überaus fruchtbare, mit den dortigen Geschenken der Ceres, mit Reis, Bananen und türkischem Weizen, üppig bebaute Gegend. Die große Lieblichkeit und Milde des Klimas dieser etwa 40 Meilen vom Meere entfernten, 2400 Fuß über dessen Niveau gelegenen Gegend hatte schon seit einem Jahrhundert und darüber eine starke Bevölkerung dahin gezogen, und die eigene Erfahrung sagte so wenig als die Tradition aus älteren Zeiten irgend etwas von dem Vulkanismus der-

selben; man hatte niemals auch nur eine Andeutung eines Erdbebens gespürt, wiewohl die Vulkane in ganzen Reihen das mexicanische Reich umspannen. Wiewohl? — oder vielleicht gerade deshalb? — Je weniger man darauf vorbereitet war, um so heftiger erschrak die zahlreiche Masse der Bewohner, als im Juni 1759 ein gewaltiges unterirdisches Getöse erscholl, das Tage und Wochen lang währte und endlich in Erdbeben der furchtbarsten Art überging, welche zwei volle Monate anhielten. Anfangs des Monats September beruhigte sich die Erde wieder, und die entsetzten Einwohner bekamen von neuem Muth; doch in der Nacht vom 28. zum 29. desselben Monats begannen die Schwankungen der Erde mit erneuerter Wuth, und ein großer, weit ausgedehnter Landstrich, eine Fläche von mehr als dem doppelten Umfange des Fürstenthums Liechtenstein, begann sich vor Aller Augen umzubilden, so daß sie im Ganzen zu einer domartigen Wölbung von ungefähr 500 Fuß Höhe anstieg, eine Flächenausdehnung von 4 bis 5 Quadratmeilen bildend.

Der 1759 neu entstandene Berg und Vulkan Jorullo.

Von den nahe gelegenen Bergen übersahen die aus der heimgesuchten Gegend entfliehenden Bewohner die Schreckniſse dieses Ausbruches, und derselbe hatte einen so furchtbar tiefen Eindruck auf alle Gemüther gemacht, daß Humboldt einige 30 Jahre später die Explosion von Augenzeugen mit einer Lebhaftigkeit schildern hörte, als ob sie am gestrigen Tage geschehen wäre. Die Oberfläche des emporgetriebenen Landes schlug Wellen

wie das sturmempörte Meer, Tausende von Hügeln von 10 bis 20 Fuß hoben und senkten sich abwechselnd, endlich aber brach die Mitte völlig auf, und von dem Raum wenigstens einer Quadratmeile sah man Rauch, Flammen, glühende Steine und Asche viele Tausende von Fuß aufsteigen; es klaffte die Erde weit aus einander, und aus einem quer gehenden Spalt traten sechs Berge in einer Reihe hervor. Unter ihnen erhob sich nach und nach der jetzt Jorullo genannte Vulkan am höchsten und bis zu 1200 Fuß über die vorher erhobene Erdmasse, also überhaupt zu 1600 bis 1700 Fuß über die Ebene, welche der Volkswitz Malpays (schlimmes Land) heißt.

Von der Zeit seiner Entstehung bis zum Ende des nächsten Jahres (1760) blieb der neue Vulkan in fortwährender Thätigkeit; er schleuderte Basaltstücke, Schlacken und Lavamassen aus, bildete sich so einen eigentlichen aufgeschütteten Kegel und beruhigte sich nach und nach; doch 1826 stieß er noch immer Rauch und Dampf aus; 1845 aber fand Schleiden die Thätigkeit des Kraters erloschen. Dieses lange Offenhalten des Dampfschornsteins war zweifelsohne ein Glück für die Gegend, denn würden die Dämpfe und Gase keinen Abzug gehabt haben, wie dies vor der Entstehung des Vulkans gewesen sein muß, so würden sie nach und nach eine Spannung erhalten haben, welche von neuem geeignet gewesen wäre, Erderschütterungen hervorzurufen.

Der Vulkan hat eine weit ausgebreitete Thätigkeit; nicht allein sein eigentlicher Krater raucht, sondern Tausende von sogenannten Hornitos (Oefen), auf der kegelförmigen Erhebung zerstreut, stießen fortwährend Dämpfe aus. Die kleinen Oefen bestehen aus einer thonigen gebrannten Masse, welche, vielfach zerklüftet in wunderlichen Gestalten, Pyramiden von höchst unregelmäßiger Form bildet; sie alle sind hohl, haben entweder eine ganz direkt in das Innere gehende Oeffnung oder eine große Menge Spalten, welche insgesammt die Oeffnung ersetzen und den heißen Rauch, den brühenden Wasserdampf ausströmen ließen. Der thonige Teig, aus dem sie bestehen, muß sehr tief aus dem Innern emporgehoben sein, denn er enthält, in seiner Masse eingeknetet, Basalt- und Lavastücke in großer Menge. Als die Erhebung des Bodens begann, staueten zuerst die beiden kleinen Flüsse, Rio di Cuitimba und Rio San Pedro, welche die Ebene, die jetzt den Jorullo trägt, durchströmten, und bildeten einen See; doch bald öffnete sich in der emporsteigenden Wand ein Spalt, ein Abgrund, in welchen nunmehr beide Flüsse sich ergossen. Sie haben die Höhlung, welche muthmaßlich unter der aufgetriebenen Stelle liegt, durchströmt und sind westlich von ihrem früheren Verlauf an einer ganz andern Stelle, als die sie ehemals berührten, durchgebrochen und entspringen nunmehr dem neuen Berge als die stärksten Mineralquellen der Erde in einem Doppelstrom von 25 Fuß Breite und haben eine Temperatur von 53 Grad.

Obige Darstellung ist von A. v. Humboldt gegeben; aber spätere Besucher dieser Gegend, Burkart und Henri de Saussure, sind nicht der Meinung, daß das Malpays als eine blasenförmige Erhebung anzusehen ist, sondern daß diese gewölbte Plattform durch Lavamasse, die dem Krater entströmte, gebildet sei.

Eine ähnliche Begebenheit wie die eben erzählte wird von dem unsern Lesern bekannten Geognosten Fr. Hoffmann als Augenzeuge beschrieben; es ist die Erhebung einer neuen Insel auf der südwestlichen Seite von Sicilien. Funfzehn Meilen von der Küste, nahe an einer der nördlichsten Spitzen von Afrika, Cap Bon oder Ras Adair, liegt die ziemlich ansehnliche und ganz von vorhistorischen vulkanischen Ausbrüchen gebildete Insel Pantellaria. Ihr gegenüber, an der Südküste Siciliens, bei Sciacca, aus einem mehr als 1000 Fuß hohen Kalksteinfelsen, brechen heiße Dämpfe in großer Menge hervor, heiße Schwefelquellen entspringen an seiner Basis, und gerade auf der Verbindungslinie zwischen beiden durch vulkanische Thätigkeit bezeichneten Punkten, etwa 8 Meilen von Sciacca enfernt, erschien mitten im Meere das erwähnte neue Eiland. Seiner Erscheinung gingen vom 28. Juni bis 5. Juli 1831 einige nicht unbedeutende Erdstöße vorher, welche wegen ihrer häufigen Wiederholung die Bewohner von Sciacca in nicht geringen Schrecken setzten, und von denen zwei selbst bis nach Palermo hin empfunden wurden.

Man ahnte damals überall und auch zu Sciacca nicht die Bedeutung dieser Erdstöße. Nach dem letzten derselben begann indeß wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche, nach den sehr zuverlässigen Angaben von Prevost im Bulletin de la société géologique, etwa 600 bis 700 Fuß tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein darüber segelndes Schiff (il Gustavo, Kapitän Trefiletti) wahrgenommen worden. Man beschrieb die Erscheinung wie das Erheben einer großen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa 10 Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von ungefähr 90 bis 100 Fuß erreichte; sie sank dann und erhob sich wiederholt auf derselben Stelle in unregelmäßigen Zeitabschnitten von 15, 20 bis 30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der ganzen Umgebung war sehr groß, viele große Fische schwammen todt umher. An der Küste von Sicilien ahnte man noch gar nichts von diesem sonderbaren und so unerwarteten Ereigniß. Während ein ungewöhnlich trüber und nebliger Horizont alle Aussicht in die Ferne verhinderte, sah man am 12. Juli Morgens zuerst eine außerordentliche Menge kleiner,

fein poröser Schlackenstückchen auf dem Meere umher schwimmen, welche ein frischer Südwestwind an die Küsten trieb. Man roch gleichzeitig zu Sciacca und in der Umgebung einen auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgeruch. Die kleinen Steinbrocken, deren Herkunft ein Räthsel war, bildeten am Lande oft eine mehrere Zoll dicke Schicht, und die Fischer, welche in See gingen, fanden in geringer Entfernung von der Küste das Meer so damit bedeckt, daß sie zuweilen genöthigt waren, sich mittelst der Ruder Platz durch dieselben zu machen. Gleichzeitig zeigte das Meer an seiner Oberfläche sehr viele frisch getödtete Fische, welche zum Theil gesammelt und verkauft wurden. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizont eine hoch aufsteigende Rauchsäule und am Abend eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln ließ, daß ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Die Säule zeigte sich ununterbrochen fortdauernd, ihre Entfernung von der Küste war aber zu groß, als daß man etwas Genaueres über dieselbe hätte ermitteln können. Den ganzen Tag sah man die gleichförmig, fast senkrecht emporsteigende Rauchsäule, von Zeit zu Zeit hörte man sehr deutlich ein donnerähnliches Getöse herübertönen, und am Abend blitzten sehr häufig helle Feuerstrahlen darin auf, wie das Wetterleuchten in warmen Sommernächten.

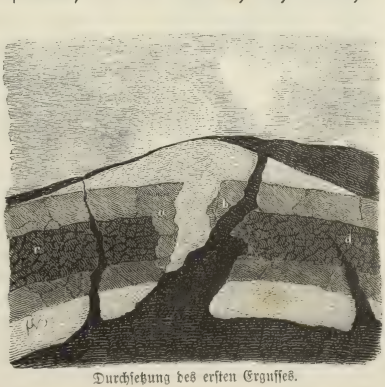
Diese Reihenfolge starker Ausbrüche schüttete die hier in Frage stehende Insel in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fuß über dem Meere und bis zu einem Umfange von gewiß völlig einer Viertelstunde auf, und nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12. August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Da diese, Ferdinandea oder Julia genannte Insel aus losen unzusammenhängenden pulverigen Massen gebildet war, so sind dieselben vom Meere allmählich weggespült, so daß die Insel Ende 1831 nicht mehr über den Meeresspiegel emporragte.

Die an derselben Stelle zwei Jahre später (16. Mai 1833) wieder stattgehabten Ausbrüche sind zwar spurlos vorüber gegangen, haben keine neue Insel erhoben, allein sie beweisen doch, daß die vulkanische Thätigkeit keineswegs erloschen war. Es würden sich solcher Beispiele eine große Menge anführen lassen; doch genügen die gegebenen, um unwiderleglich darzuthun, daß größere und kleinere Erdstrecken durch eine im Innern der Erde vorhandene Thätigkeit gehoben werden können, und daß diese Thätigkeit bis in die Gegenwart hineinragt, der Bildungsgang der Erdrinde mithin keineswegs vollendet ist, sondern daß dieselbe im Gegentheil noch immerfort Veränderungen erleidet, deren Tragweite Niemand zu ermessen vermag; denn bei der jetzigen bedeutenderen Dicke der erstarrten Erdrinde — man schätzt sie auf etwa 6 Meilen — müssen solche Hebungen und Zerreißungen ebenso mannichfaltige als großartige Folgen nach sich ziehen!

Die nachstehende Figur zeigt ein Stück der erstarrten Erdrinde, die durch irgend ein Naturereigniß zerrissen ist. Wir wollen das Einfachste, wir wollen die Zusammenziehung der Rinde durch Abnahme der Temperatur als die Ursache aufstellen. Die naturgemäße Folge dieser Zusammenziehung wird ein stärkerer Druck auf das geschmolzene Innere sein.

Einfache Erhebung des Erdinnern.

Dieser Druck reagirt nach außen, befördert an einer schwachen Stelle das Zerreißen, und sobald dieses stattgefunden hat, tritt nothwendig das geschmolzene Innere in den Spalt, und falls die Ausfüllung desselben noch nicht genügt, um das geschmolzene Material zu bergen, so quillt es über die erstarte Oberfläche hervor, und wir erhalten einen vulkanisch gebildeten Berg, — ein Gebirge, wenn die Spaltungen sich vermehrt haben, wenn das Hervorquellen des Erdinnern gleichzeitig an mehreren, einander benachbarten Stellen stattgefunden hat. Der Berg, das Gebirge giebt uns Aufschluß über das Innere der Erde; das Gestein, welches wir dort finden, das Eruptivgestein, ist aus dem Innern emporgequollen und sagt uns: „Hiermit ist im geschmolzenen Zustande der Ball erfüllt, dessen äußerste Rinde du bewohnst.“ Das wäre nun ein fremdes, ein von uns noch nicht betrachtetes, das wäre kein Sedimentgestein; allein es ist nur *eins*, und wir finden sehr viele Gesteine auf der Oberfläche der Erde, welche keine Sedimentgesteine sind. Auch hier finden wir die Antwort sehr nahe liegend. Es haben sich *ähnliche* Ereignisse unter *ähnlichen*, aber *nicht gleichen* Bedingungen und nicht gleichzeitig, sondern durch viele Jahrtausende von einander geschieden, wiederholt.



Durchsetzung des ersten Ergusses.

Die nebenstehende Figur versinnlicht dies vielleicht; die oben stehende Abbildung ist derselben zu Grunde gelegt. Durch den ursprünglichen Spalt zwischen a und b

ist das flüssige Innere emporgestiegen, hat einen Berg gebildet. Indessen ist die Erkaltung der Erdrinde abwärts gedrungen; beträchtlich tiefer liegt nunmehr die noch flüssige Schicht, sie erfüllt den durch die fortgeschrittene Abkühlung hervorgebrachten neuen Spalt und quillt daraus hervor und überlagert sogar den früher gebildeten Berg durch neue Massen. Die Abkühlung schreitet unterhalb a b c d im Laufe der Jahrtausende (oder Jahrmillionen, gleichviel) weiter abwärts, ergreift auch die bisher flüssige Schicht, und diejenige, welche noch flüssig ist, liegt ganz zu unterst. An der gedachten Stelle oder an einer anderen oder quer durch die mit dem Eruptivgestein gefüllte Spalte, wie die Zeichnung angiebt, setzt ein neuer Spalt durch die Erdrinde, und natürlich wird dieser durch die noch flüssige Masse erfüllt, und wir erhalten an der Oberfläche einen neuen Berg, dessen veränderte Substanz die vorhandenen Erhöhungen umlagert.

Die Gesteine, welche auf solche Weise emporgehoben werden, sind Phonolith (Klingstein), Trachyt, Basalt und mehrere andere; unter ihnen ist der letztgenannte durch seine krystallähnliche, aber nie wirklich krystallinische Gestaltung besonders interessant; er kommt in fünf- bis sechsseitigen Säulen, wie die nebenstehende Figur zeigt, entweder *aufrecht stehend* vor, gegliedert und dann immer so, daß von den Gliederungsflächen die eine hohl und die andere erhaben ist, dergestalt, daß sie sehr gut in einander passen, oder in sehr langen Säulen, wie in der Fingalshöhle auf Staffa auf den Hebriden bei Schottland, wovon die nachstehende Zeichnung ein kleines Bruchstück giebt, welches zwar nicht die ganze weltberühmte Höhle, doch aber sehr deutlich die ununterbrochene, aus dem Schooße der Erde hoch hinaufreichende Säulenstellung zeigt; oder die Basaltsäulen kommen *liegend* vor. Daß der Basalt *nie* wirklich krystallisirt ist, folgt schon daraus, daß er in anderen Fällen große *derbe* Massen bildet, wie z. B. auf der Seite 441 gegebenen Zeichnung, einem fast ganz getreuen Bilde von dem Auftreten des Basalts bei Markfuhl unfern Eisenach. Dort fand man auf dem bunten Sandstein, der hier

Basaltstock.

Staffa.

durch das dunkel Schattirte angedeutet sein möge, aufgelagert einen isolirten Kegelberg von Basalt (in der Zeichnung hell schraffirt); das sehr harte, zu Fundamentalbauten, Pflastersteinen und Chausseen unübertreffliche Material ward verwendet, bis der ganz kleine Berg von der Oberfläche verschwunden war. — Der Basalt hatte auch hier noch nicht sein Ende erreicht, er war nur auf einen kleinen Raum, welcher sich zu dem Berge verhielt, wie der Stiel zu dem Hute eines Pilzes, zusammengeschwunden, und man baute nun diesen cylindrischen Raum, durch welchen die Lava aus dem Innern der Erde hinaufgedrungen war, bis zur Tiefe von 100 Fuß aus. Unwiderleglich ist hier das oben Gesagte bewiesen, — der Berg (bei Markfuhl, wie jeder andere von ähnlichem Material) ist entstanden durch das Heraufquellen des geschmolzenen Erdinnern aus einem Spalt, einer Röhre, und durch das Ueberfließen der nächsten Umgebung durch die geschmolzene Masse.

Würde man jenen 100 Fuß tiefen Schlund bei Eisenach (der nunmehr zugeschüttet ist) weiter haben verfolgen wollen, so würde man, in immer größere Tiefe gelangend, immer noch Basalt gefunden haben, und wäre es möglich, Meilen tief abwärts zu steigen, so würde man höchstwahrscheinlich schließlich wieder auf eine Ausbreitung der Basaltmasse (wie sie die Figur angiebt) kommen, vielleicht noch in glühendem Zustande, jedenfalls aber im ununterbrochenen Zusammenhange mit dem abgetragenen Berge über der Erdoberfläche.

Man faßt diese Erscheinungen gewöhnlich unter dem Namen der *plutonischen* zusammen und stellt ihnen zur Seite die vulkanischen, welche zwar auch geschmolzene Stoffe aus dem Innern der Erde heraufführen, doch so, daß sie über der heutigen Erdoberfläche sichtbar werden.

Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob die Abkühlung der Erde noch fortschreitet, und man hat bei oberflächlicher Betrachtung sich bewogen gefunden, diese Frage mit *Nein* zu beantworten, deshalb nämlich, weil die Abkühlung bereits so weit vorgeschritten ist, daß die Erwärmung durch die Sonne einen sehr bemerkbaren Einfluß hat. Erweislich ist eine Ausstrahlung des Erdkörpers gegen den kälteren Weltraum immer vorhanden, und diese Ausstrahlung ist nicht ohne Einfluß auf die Temperatur; da aber die Sonne wiederum der Erde Wärme zusendet, so compensirt die empfangene Wärme vielleicht den durch Ausstrahlung erlittenen Verlust; wir sehen wenigstens den im Winter gefrorenen Erdboden durch die Sommerwärme wieder aufthauen. Das Vielleicht ist nun aber auch vollständig erledigt durch die Untersuchungen, welche Arago über die mittlere Temperatur verschiedener Länder in verschiedenen Zeiten angestellt hat (Zimmermann's Erdball I. Theil, zweite Abthlg.). Seit 2000 Jahren ist

die mittlere Temperatur von Palästina, Aegypten, Sicilien u. s. w. nicht um einen halben Grad niedriger geworden. Sollte dies der Fall gewesen sein, so müßte die Erde einige Meilen von ihrem Durchmesser verloren haben; wäre dies der Fall, so müßte sie sich schneller um ihre Axe drehen. Da aber die Zeit der Axendrehung seit 2000 Jahren auch nicht um $^1/_{10}$ Sekunde vermindert worden, so kann die Erdmasse sich in dieser Zeit noch nicht um $^1/_{1000}$ Grad abgekühlt haben.

Es scheint hier eine Schärfe der Beobachtung, eine Genauigkeit der Berechnung vorzuliegen, welche alle Zweifel niederschlägt; dennoch hat der geistreiche Geognost Bernhard von Cotta gezeigt, daß eine Abkühlung des Erdinnern nothwendig sei und stattfinde, nicht sowohl durch Ausstrahlung gegen den Weltraum, doch ganz sicher durch vulkanischen Prozeß. Es entführt nämlich jeder Lavastrom dem Erdinnern eine Quantität Wärme, das glühende Gestein kommt aus dem Innern der Erde und verkühlt an dessen Oberfläche. Das ist vielleicht wenig, denn es tritt nur vereinzelt auf; mehr geben die über den ganzen Erdkörper verbreiteten heißen Quellen, weil sie zwar nicht eine so hohe, aber dafür ganz ununterbrochen Jahrtausende lang unaufhörlich mäßige Wärme aus dem Innern der Erde an die Oberfläche führen.

Dies sind Thatsachen, welche sich gar nicht widerlegen lassen, und an einen Ersatz von außen her ist gar nicht zu denken, denn die Sonnenstrahlen dringen nicht so tief; bei 7 Fuß unter der Oberfläche ist jede Spur des Einflusses, den Sommer und Winter haben, völlig aufgehoben.

Eine Wärmeverminderung des Erdinnern muß daher nothwendigerweise stattfinden; allein es ist diese im Verhältniß zu der Größe der Erde so äußerst gering, daß sie unbedenklich gleich Null gesetzt werden kann; denn würde sie sich auch wirklich so abkühlen, daß in 2000 Jahren die Axendrehung um $^1/_{100}$ Zeitsekunde schneller vor sich ginge (was $^1/_{170}$ Grad voraussetzt), so fände die Abkühlung bis auf Null Grad doch erst in 170 Millionen Jahren statt, abgesehen davon, daß möglicherweise die Zunahme der Dicke der Erdrinde vulkanische Eruptionen unmöglich machte. Dahin kann es jedoch niemals kommen, weil das Innere eines Körpers niemals kälter werden kann als sein Aeußeres, das Aeußere der Erde aber von der Sonne weit über der mittleren Temperatur von Null Grad erhalten wird.

Nehmen wir nun an, es sei die Erstarrung der Erdrinde bereits so weit gediehen, daß eine Zusammenziehung derselben und in Folge dessen ein Bersten und Zerreißen nicht mehr stattfände, und sehen wir dennoch täglich die Vulkane an den verschiedensten Theilen der Erde, in langgestreckten Reihen sowohl als vereinzelt, auf dem Festlande wie im Meere,

Lava, geschmolzenes Gestein, Asche und dergleichen auswerfen, so müssen wir nach einer andern Ursache dieser Erhebung des flüssigen Erdinnern forschen, und wir finden dieselbe in der Elasticität luftförmiger Flüssigkeiten.

Man erzählt, daß Salomon von Caus, den die Franzosen zu ihrem Landsmann machen, weil er dem König von Frankreich ein Werk dedicirt hat und sich darin seinen „unterthänigsten Diener" nennt, was doch unmöglich, wenn er nicht dieses Königs Unterthan wäre, — man erzählt, daß dieser die Anwendung des Dampfes als bewegende Kraft erfunden und dieses Geheimniß dem Cardinal Richelieu angetragen, der ihn, da er immer wiederkehrte und sein zurückgewiesenes Project stets von Neuem antrug, endlich für verrückt erklärt und in das Irrenhaus gesperrt habe. Darauf gründen nun die Franzosen die Behauptung, daß Frankreich die Ehre der Erfindung der Dampfkraft gebühre, und ein sehr rührendes Bild stellt den bettelnden de Caus an den Gittern des Irrenhauses dar.

Daß die Franzosen bei ihrer Ruhmsucht nach dergleichen trachten, ist nicht zu verwundern; hat sich ja selbst ihr Landsmann Arago in dem Jahrbuche des Längenbüreaus große Mühe gegeben, den Salomon de Caus zum Erfinder der Dampfmaschine und zum Franzosen zu machen. Beides ist unrichtig; die Caus'sche Dampfmaschine ist nichts weiter als ein Heronsball, in welchem das Wasser durch den Dampf der erwärmten Flüssigkeit gehoben wird, und ferner ist Caus kein Franzose, sondern ein Deutscher. Das oben angeführte Argument, daß Caus, wenn er nicht Franzose gewesen, gewiß nicht französisch geschrieben haben würde, steht auf sehr schwachen Füßen; es war damals Mode, die deutsche Sprache zu verleugnen, als zur Schriftsprache unanwendbar zu verwerfen; diese Thorheit hat sich Jahrhunderte lang erhalten. Leibniz schrieb Französisch, der berühmte Euler nicht minder, und Humboldt that dieses noch am Anfange dieses Jahrhunderts; von allen Dreien wird deswegen Niemand behaupten, daß sie Franzosen seien, wiewohl es nach drei Jahrhunderten einem neuen Arago wohl auch einfallen könnte, so zu argumentiren. Der zweite Grund, daß Caus in seiner Dedication an Ludwig XIII. sich dessen unterthänigsten Diener nennt, ist nun vollends lächerlich, denn Arago selbst würde an den König von Preußen auch ebenso schreiben, und die Titulaturen sind nun einmal jetzt nicht viel anders als vor 200 Jahren. Dem gelehrten Franzosen, auf dessen Schultern, wie er selbst sagt, „das Weltall ruht" (weil er die Kalender-Angaben über Planeten-, Mond- und Sonnenlauf machte), lag nur das französische Werk des Caus vor, keineswegs aber das zwei Jahre später erschienene, welches deutsch abgefaßt ist und auf seinem Titel folgenden Zusatz trägt:

„Zuerst in französischer, nunmehro aber in
unserer teutschen Muttersprache herausgegeben von S. von Caus,
Sr. Churpfälzischen Eminenz Architekten.
Heidelberg 1618."

Hiermit dürfte der Streit, wenn es der Mühe werth wäre, einen solchen anzufangen, wohl beendet sein; man kann aber den Franzosen ihre Eitelkeit gerne lassen. — Ist ihnen doch die Buchdruckerei auch eine französische Erfindung, weil Guttenberg in Straßburg wohnte, welches bekanntlich seit Erschaffung der Welt zu Frankreich gehörte.

Wie schmerzhaft muß es den Franzosen sein, wenn sie erfahren, daß schon Hero von Alexandrien, 200 Jahre vor Christi Geburt, gerade diese Art der Anwendung des Dampfes beschreibt, wie ihr berühmter pfälzischer Landsmann, ja daß die ägyptischen Priester ein halbes Jahrtausend früher dasselbe gekannt!

Diese Elasticität von in Gas verwandelten Flüssigkeiten ist es, welche den Papinianischen Metalltopf auseinandertreibt, Dampfmaschinen, Eisenbahnen in Bewegung setzt, Lavamassen über die Ränder der Krater der Vulkane wirft und Berge und ganze Quadratmeilen Landes hebt; denn es giebt auf Erden nichts, was der Gewalt der durch Temperatur gesteigerten Elasticität der Dämpfe Widerstand zu leisten vermöchte, und wenn im Mittelpunkt der Erde nur ein Kern von 10 Meilen Durchmesser aus Wasser bestände, und dieses würde bei der jetzigen Temperatur, die muthmaßlich das Innere der Erde hat, in Dampf verwandelt, so wäre dies hinreichend, die Erde, wie das Pulver eine Granate, zu zersprengen, und vielleicht steht der Erde wirklich einmal dergleichen bevor, wie die 196 Planetoiden*) eine Katastrophe solcher Art zu verrathen scheinen; was aber thatsächlich ist, das ist die stete Veränderung der Erdoberfläche durch diese Kraft, welche wir zugleich als nothwendig für das Bestehen der Bewohnbarkeit der Erde betrachten müssen, indem ohne ein solches immer neues Erheben anderer Theile das stete Bestreben des Flüssigen auf der Erde, Alles zu nivelliren, in einer gewissen Zeit sämmtliche Unebenheiten abzutragen, zuerst unabsehbare trostlose Ebenen schaffen und dann Alles gleichmäßig mit Meer bedecken würde.

Die Vulkane sind die Verbindungsgänge des heißen und theilweise flüssigen Erdinnern mit der Erdoberfläche, und wenn das Verändern der

*) Als der Verfasser Obiges schrieb, gab es der Planetoiden 15, später gab es 24, als er dasselbe Blatt als Correctur erhielt, waren deren 31 geworden, beim Druck der 10. Auflage hatte sich ihre Zahl auf 38 erhöht, bei der 24. Auflage betrug sie bereits 86, und bei der jetzigen sind es schon 196. Welch eine Zeit, in der die Naturwissenschaften solche Riesenschritte machen!

Erdoberfläche durch die Elasticität der eingeschlossenen Dämpfe eine Nothwendigkeit ist, so ist das Vorhandensein der Vulkane eine unendliche Wohlthat für die Erde; denn sie zerstören nicht, — sie *hindern* die Zerstörung. So lange der Vulkan raucht, ist das Ventil des großen Dampfkessels offen; sobald er verschlossen ist, sobald der Dampf keinen Abzug mehr hat, häuft er sich an, wird immer höher gespannt, und da die Elasticität der Dämpfe *nicht*, wie die einer Stahlfeder, durch Erhöhung der Temperatur *vermindert*, sondern im Gegentheil gerade *dadurch vermehrt* wird, so wird ein Zeitpunkt eintreten, in welchem die Decke des Kessels nicht mehr stark genug ist, um den nöthigen Widerstand zu leisten; sie wird bersten, und das ist das Erdbeben; darum sehen die Bewohner von Neapel die sogenannte Pinie stets mit Besorgniß *verschwinden*. Eine Rauchsäule, welche, mit vielen Wasserdämpfen geschwängert, sich durch die schwerere Luft ganz gerade erhebt, wie der Stamm einer Pinie, und dort, wo sie in eine ihrer Masse gleich schwere Luftschicht tritt, sich horizontal ausbreitet, wie die Krone des genannten Baumes, eine solche Säule ist das Zeichen, daß die Gasarten in genügender Menge ausströmen, also eine Anhäufung derselben nicht stattfinden kann. Das Verschwinden ist ein Anzeichen des Gegentheils, auf welches über lang oder kurz auch immer Erderschütterungen folgen, Blähungen, welche furchtbar genug wirken und mitunter Strecken der Erdoberfläche in Bewegung setzen, wogegen die Ausdehnung unserer Königreiche als sehr unbedeutend verschwindet; denn es handelt sich um ein Hunderttheil, ja um ein Zwanzigtheil der ganzen Erdoberfläche.

Es ist wunderbar, daß die Erhebung großer Ländermassen gewöhnlich nicht mit Erderschütterungen verbunden ist. An den Küsten von Chile, im südwestlichen Amerika, hat man in den letzten 50 Jahren mehrfach die Erhebung ausgedehnter Striche um nicht ganz unbedeutende Höhen wahrgenommen und gemessen, — so wurde 1847 in der Provinz Talca ein 200 Morgen großer Landstrich über 350 Fuß hoch gehoben; — dabei ist ihre Lage gegen das Meer und unter sich fast gar nicht verändert worden; was horizontal war, ist horizontal geblieben, kein Berg ist steiler oder minder steil geworden, als er gewesen, nur die Meereshöhe hat sich verändert. Aehnliches ist in geringer Ausdehnung in Italien, in Schweden und Norwegen, in Ostindien vorgekommen, und zwar läßt sich nachweisen, daß diese Erhebung des Erdbodens keine Täuschung, daß es nicht etwa ein Sinken des Meeres sei, sonst müßten ja die Küsten von Norddeutschland, Preußen, Kurland, Livland ꝛc. sich um ebenso viel scheinbar erheben wie die gegenüberliegenden von Schweden, was jedoch keineswegs auch nur entfernt der Fall ist; Beweis genug, daß nicht das beiden

Küsten gemeinschaftliche Niveau des Meeres gesunken ist, sondern daß sich einseitig die skandinavische Halbinsel gehoben hat, doch so langsam und so stetig, daß nirgends ein Haus umgestürzt oder auch nur bemerkbar erschüttert worden ist. Ganz ähnlich ist es in Chile, nur mit dem Unterschiede, daß die Erhebung viel schneller und in kurzen Zeiträumen meßbar vor sich geht, indeß sie in Schweden und Norwegen lange Perioden braucht, um bemerkbar zu werden. Aber auch bei jenem viel schnelleren Steigen der Küsten von Chile sind keine Erdbeben wahrgenommen worden, und wenn man solche empfand, wie 1822 und 1835, so waren sie nicht gleichzeitig mit dieſem langſamen und allgemeinen Ansteigen, so daß sie nicht mit Sicherheit als die unmittelbare Ursache des letztern angesehen werden können.

Sir Henry de la Beche sagt in Beziehung hierauf allerdings sehr richtig: „Wenn man die Erhebung oder Senkung einer Küste mit Hilfe von Menschenwerken verfolgt, welche sich bezüglich des Niveaus eines benachbarten Meeres gehoben oder gesenkt haben, so ist es sehr schwierig, die Stetigkeit des Meeresniveaus festzustellen, besonders wo Ebbe und Fluth dieses Niveau überhaupt unsicher machen; dennoch hat es geschehen können, und man ist mit Gewißheit zu der Ueberzeugung gelangt, daß solche Veränderungen in hiſtoriſcher Zeit stattgehabt, und daß sie der wandelbaren Temperatur der Erdoberfläche über vulkanischen Gegenden zuzuschreiben sind. Veränderungen in der Temperatur, welche vermögend sind, in kurzer Zeit einen mächtigen vulkanischen Berg, wie den Cotopaxi in der heißen, und Berge auf Island in der kalten Zone, plötzlich von ihrem der Lage der Schneegrenze zufolge ewigen Schnee zu befreien, müssen nothwendig von einer starken Ausdehnung dieser Bergmassen begleitet sein."

Ein ganz Gleiches kann sich aber zutragen, ohne daß ein Berg dabei im Spiel zu sein braucht; die vulkanische Thätigkeit ist ja nicht an Höhen gebunden, sie kann ebenso gut in Ebenen und in Thälern auftreten, und so sehen wir denn auch ein kleines Areal (nämlich einen Theil der Bucht von Bajä bei Neapel), welches in historischer Zeit solche Veränderungen erlitten hat, die nur an ihren Endresultaten wahrzunehmen sind und höchst wahrscheinlich die Bewohner jener Gegenden gar nicht gestört, ihre Häuser nicht umgestürzt, sondern höchstens dadurch sie aus denselben vertrieben haben, daß ihnen das Meer zu nahe kam. Der schon besprochene Serapistempel bei Puzzuoli bietet sogar Anhaltspunkte in Beziehung auf die Zeit, in welcher die Niveauveränderungen stattgefunden haben. Drei Marmorsäulen von 40 Fuß Länge, noch jetzt, nachdem längst die Häuser der reichen Römer in Trümmer zerfallen, aufrecht stehend, zum sicheren Beweise, daß

nicht ein Erdbeben ihre Hebung oder Senkung veranlaßte, sind bis zu einer Höhe von 12 Fuß glatt und rein; von da an sind sie auf eine Länge von 9 Fuß durch eine Bohrmuschel (Lithodomus), welche noch jetzt das mittelländische Meer bewohnt, stark verletzt, tief durchlöchert. Der Rest der Säulen, in etwa 20 Fuß Länge über dieser Stelle, bietet die Erscheinungen dar, welche durch die Atmosphäre, Nässe, Trockenheit, Sonnenstrahlen u. s. w. hervorgebracht werden, sonst sind sie unverändert. Auf dem Boden des Tempels befinden sich andere zerbrochene Marmorsäulen, welche an verschiedenen Stellen, und zwar nicht blos äußerlich an der glatten Rundung, sondern auch auf den Bruchflächen angebohrt sind.

Aus diesen Thatsachen hat man den Schluß gezogen: daß die Säulen überhaupt einmal tief genug unter dem Meeresniveau gestanden haben, um in einer Höhe von 20 Fuß über dem Sockel von den Lithodomen erreicht zu werden; daß zu jener Zeit, wo dieses geschah, der Tempel bereits zusammengestürzt war, indem die liegenden Säulen schon gelegen haben müssen, weil sonst ihre Bruchflächen nicht hätten angebohrt werden können; daß der Rest sich über dem Meeresspiegel befand, und daß die ganze Fläche sich später wieder erhoben hat. Die Hebung und Senkung des Bodens dieses Tempels muß demnach zwischen 20 und 30 Fuß geschätzt werden, da es nicht wahrscheinlich ist, daß er, wie er jetzt steht, einen Fuß tief unter der Hochwassermarke der gewöhnlichen und wohl zwei und mehr Fuß unter demselben Stande der Springfluthen erbaut worden sei.

Der berühmte englische Geolog Lyell folgert aus diesen und andern Umständen: daß der Boden, in welchem die Grundmauern des Tempels ruhen, zur Zeit, wo das Mosaikpflaster, das sein Inneres schmückte, gelegt wurde, das heißt 80 bis 100 Jahre vor unserer Zeitrechnung, ungefähr 12 Fuß über dem Niveau des Meeres gelegen habe; daß im Laufe der nächsten beiden Jahrhunderte, das heißt bis um das Jahr 100 nach Christi Geburt, er sich unmerklich um 6 Fuß gesenkt, daß dieses mit 3 Fuß für das Jahrhundert so fortgegangen sei, er also um das Jahr 800 schon der Meeresfläche gleich gelegen habe (was allerdings historische Nachrichten bestätigen); daß das Sinken bis in das neunte Jahrhundert fortgedauert, da er sich dann 19 Fuß unter dem Meeresspiegel befunden. Von da ab sei er aber wieder ebenso langsam gestiegen (wiewohl man den Zeitraum des Stillstandes unter dem Meeresspiegel nicht kennt), bis er nach abermaligen neun Jahrhunderten sich 2 Fuß über dem jetzigen Ruhepunkt befand, seit welcher Zeit er denn nun wieder um diese 2 Fuß gesunken ist.

Es sind übrigens die Beweise von solchen Niveauveränderungen keineswegs auf diesen einen Fall beschränkt.

Zwischen Puzzuoli und dem Lucriner See befindet sich auch eine römische Straße unter Wasser, eine andere ebenso in der Nähe des Schlosses von Bajä; ebenso und noch auffallender zieht sich eine Straße, mit den Trümmern römischer Gebäude besetzt, auf der Sorrento-Seite des Meerbusens von Neapel unter dem Wasserspiegel hin, und von den Palästen des Kaisers Tiberius auf der Insel Capri ist einer ganz von Wasser bedeckt; auch an einer Klippe, gegenüber der Insel Nisida, befindet sich 32 Fuß über dem jetzigen Meeresstrande eine Reihe von Bohrlöchern, welche das Werk des Lithodomus sind. Alle diese Thatsachen, welche gar nicht geleugnet werden können, erweisen eine starke und wiederholte Niveauveränderung der dortigen Land- und Meeresstrecke, von dem Vesuv bis Puzzuoli und von Neapel bis Capri, und Babbage, ein anderer englischer Geolog, diese Facta zusammenfassend, sagt, daß die Erde durch die wechselnde Temperatur immerfort ihre Form ändere, und daß durch diese Ausdehnung und Zusammenziehung bedingt, Spalten gebildet, Bergketten und selbst Continente gehoben und gesenkt werden könnten; er weist als Gründe für diese Annahme auf die bekannte Zunahme der Temperatur der Erdrinde, mit der Tiefe, auf die Ausdehnung der festen Gesteine durch die Wärme, so wie auf die Verringerung des Volumens, auf das Zusammenziehen durch die Wärme beim Thon, auf die ungleiche Wärmeleitung verschiedener Mineralien, auf die verschiedene Wärmeausstrahlung des Bodens, je nachdem seine Oberfläche mit Wäldern, Wüsten oder mit Wasser bedeckt sei, und endlich auf die verschiedenen atmosphärischen Einflüsse, welche unaufhörlich auf die Erdoberfläche einwirken, hin.

Nach all diesem glaubt Babbage: daß, als der Serapistempel erbaut wurde, der Boden desselben eine erhöhte Temperatur gehabt, daß diese sich verringert und damit der Boden sich zusammengezogen habe und folglich die Oberfläche gesunken sei; daß, nachdem diese Zusammenziehung einen gewissen Punkt erreicht, ein neuer Zutritt von Wärme aus irgend einem benachbarten Vulkan den Schichten dieser Gegend eine neue Ausdehnung gegeben und sie bis über ihr jetziges Niveau erhoben habe. Daß sie von Neuem im Sinken begriffen, deute eine abermalige Temperaturverminderung an. Man könnte nun zwar sagen, es sei ebenso wahrscheinlich, daß das Meer gestiegen; bei näherer Betrachtung erweist sich diese Ansicht jedoch nicht als haltbar. Wenn das Meer um etwa 30 Fuß gestiegen wäre, so würde dieses sich nicht auf die Bai von Neapel beschränkt haben, sondern es hätte zum Mindesten das ganze Mittelmeer und das ganze schwarze Meer betreffen müssen; die Verwüstungen, die ein solcher erhöhter Standpunkt mitgeführt, wären unbeschreiblich gewesen; 20 000 Quadratmeilen bewohnten Landes (alle flachen Küstenstriche, alle Niederungen, die ganze Lombardei, das ganze

südliche Frankreich, das östliche und südliche Spanien, die ganze Nordküste von Afrika, ganz Aegypten bis zu den Katarakten hin, der größte Theil von Griechenland, von den flachen Gegenden, welche das schwarze Meer nordwärts begrenzen, gar nicht zu reden) hätten unter Wasser stehen müssen, und die Geschichte würde von solch einem Ereigniß doch etwas wissen; zudem aber hätte dieses Unglück doch nur Wochen oder höchstens Monate lang dauern können, denn ein fünf Meilen breiter Abzugskanal, wie die Straße von Gibraltar, hätte die überflüssigen Gewässer bald in den atlantischen Ocean geführt; die Löcher der Bohrmuscheln zeigen aber eine längere Dauer dieses Wasserstandes an.

Hierdurch ist unzweifelhaft bewiesen, daß die gedachten Zeichen eines dauernden veränderten Wasserstandes in der Erhebung und Senkung eines Theiles des Erdbodens zu suchen seien. Schwieriger ist es, Senkungen des Festlandes zu bestimmen, als Erhebungen. Wenn Herr de la Marmora an der Küste von Sardinien Bruchstücke von antiken Geschirren unter Wasser findet und daraus schließen will, daß die Küste sich gesenkt, so ist dies ein voreiliger Schluß; wenn dagegen 20 Fuß über dem Meere Austernschalen am Felsen hängen, so beweist dies allerdings, daß dort einmal Meer gewesen, das Land mithin sich erhoben habe.

Soll man nun nicht glauben, daß die Erde immerfort dicker werde (was durch das Gleichbleiben ihrer Umdrehungsgeschwindigkeit überdies schon widerlegt wird), so muß man annehmen, daß sie an anderen Stellen ebenso zusammensinke, wie sie sich hier aufbläht.

Es scheint schwer, sich hierüber eine den Anforderungen der Wissenschaft entsprechende Sicherheit, es scheint beinahe unmöglich, sich Beweise zu verschaffen; denn wo das Land unter das Meer herabsinkt, wird die mechanische Thätigkeit des Wassers sehr bald die ehemaligen Küstenlinien verwischen. Es ist zwar Darwin, dessen wir bei Gelegenheit der Koralleninseln bereits erwähnten, gelungen, im stillen Ocean große Strecken nachzuweisen, welche ebenso in langsamem, unfühlbarem, wohl aber meßbarem Absteigen begriffen sind, wie andere sich wieder heben; Darwin nennt jene Senkungsfelder, die letzteren aber Erhebungsfelder. Diese entsprechen den tausend Meilen langen Reihen von Vulkanen, welche die Südsee durchsetzen; die Senkungsfelder dagegen entsprechen den Korallenbauten. Allein alles das hat doch noch viel Hypothetisches, und es kommt uns nicht darauf an, Meinungen und Ansichten, sondern Thatsachen zu geben. Diese finden sich nun in hinlänglicher Menge und sehr beweiskräftig an den Küsten von Europa, indem ganze ausgedehnte Wälder mit hohen Stämmen, mit den Wurzeln noch im Boden haftend, tief unter dem Meeresspiegel gefunden werden. So liegen die unzähligen Kohlenlager von Eng-

land, Belgien und Frankreich größtentheils um ein sehr Bedeutendes unter dem Meeresspiegel, ja in England sind an manchen Punkten die Stollen selbst direct unter das Meer getrieben, und der Geiz der Bergwerksbesitzer hat, das Leben der Arbeiter für nichts achtend, die kostbare Decke, das hangende Kohlenlager, so stark angegriffen, daß bei Stürmen die Arbeiter das Meer über ihren Häuptern branden und oft dabei so furchtbar brüllen hören, daß sie entsetzt die Arbeit verlassen und sich so schnell als möglich nach dem Ausgange hin flüchten. Da wir die Kohlen aber als ein Product der Vegetation, und zwar der des Landes, kennen gelernt haben, dieses also jedenfalls damals, als diese Schätze sich für die Nachwelt aufhäuften, trocken gewesen sein muß, so ist durch ihr jetziges Vorhandensein unter dem Meeresspiegel (bis 200 und 300 Fuß) ein Sinken des Landes noch viel besser bewiesen, als durch Darwin's, wenn auch auf geistreiche Combination gestützte Hypothese von den Koralleninseln.

Die nachstehende Figur zeigt einen solchen unterirdischen und unterseeischen Waldestheil, wie er in der englischen Grafschaft Cornwall gefunden worden ist, nebst der Unterlage und der Bedeckung, wie ihn Henry de la Beche in seiner Geologie abbildet.

Unterseeische Wälder.

Die Bäume a a finden sich noch an demselben Orte, wo sie gewachsen sind, liegende Bäume b b und Hirschgeweihe, so wie Ochsenschädel und Hörner c c liegen, mit Laub, Zweigen und Wurzelfragmenten gemischt, an den Punkten, wo sie niedergefallen sind, ohne, wie es scheint, eine Störung erlitten zu haben. Unter der Erddecke, welche die Bäume trägt, sind die Felsmassen des sogenannten Liegenden durch e e angedeutet. Der ganze ursprüngliche Walddistrikt ist durch Thon, Meeresschlamm, verhärteten Sand bedeckt, und im obersten Theil f f sieht man die fruchtbare Erde mit Pflanzen, den Küstenstrich, unter welchem sich der Wald hinzieht.

Solche Waldstrecken aber finden sich in der Nähe der Hebriden, der Orkneys ebenso wie an den Ufern des Pas de Calais oder in der Grafschaft Cambridge oder Lincoln. Ja, an den südlichen Ufern der Ostsee

finden sich nicht nur Eichen- und Tannenstämme und andere Bäume mit den Wurzeln in ganz natürlicher Lage, sie kommen sogar mehrmals über einander geschichtet, mit zwischenliegenden, sie trennenden Massen von Thon oder Sand vor, und die obersten Lagen noch fünf Fuß unter dem Wasserspiegel; so in verschiedenen Punkten in der Gegend von Greifswald, auf der Insel Usedom und in der Gegend von Kolberg. Dieselben sind durch Sanddünen vom Meere getrennt und ruhen mitunter in einer tiefen Torfschicht, welche wohlerhaltene Reste mannichfacher Pflanzen und Thiere birgt, doch ausschließlich dem Lande und dem Süßwasser, durchaus nicht dem Meere angehörig. Nicht selten hat man die Knochen, ja sogar die Fußspuren von Säugethieren, ebenso Insekten entdeckt, welches Alles sehr wichtig ist, da es uns ein Bild von der Flora und Fauna der damaligen Zeit giebt.

In einem submarinen Walde an den Ufern des Humber, eines Flusses an der Ostküste von England, welcher, bei Spurnhead in das Meer fallend, einen großen Busen bildet, findet man Reste des Elen und des Dammhirsches, ebenso in einem ähnlich gelegenen Walde bei Minehead in der Grafschaft Somerset. Die Eichen, welche diesen letzten Wald bilden, sind festgewurzelt wie bei ihrem Leben, die Knochen und die Geweihe der Hirsche liegen bei einander, ein sicherer Beweis, daß sie nicht dahin geschwemmt worden sind. Ja, Hirsche derselben Species leben noch jetzt wild in dem benachbarten Walde von Exmoor; die Niveauänderung, das Sinken dieses Flächenraums unter das Meer hat also stattgehabt in einer Zeit, wo dieselben Thiergeschlechter wie jetzt die Erde bewohnten, ja nachweislich lebten damals schon Menschen; die Zeit dieser Umwandlung der Erdoberfläche ist also nach der gewöhnlichen Annahme von der Existenz des Menschengeschlechts, als des jüngsten Gliedes der animalischen Schöpfung, noch gar nicht so lange vorüber.

Die Thatsache, auf welche man sich hier stützt, ist folgende. Die Grafschaft Cornwall ist sehr reich an Zinnbergwerken. Das Metall wird in Körnern zum großen Theil gediegen, nur wenig vererzt, in der Dammerde gefunden und daraus gewaschen („Seifenwerk" in der Bergmannssprache). Dort hat man zwischen den Bäumen und anderen Pflanzenresten auch sehr viel thierische und unter diesen unzweifelhaft erkennbare Menschenschädel gefunden. Die Bäume stehen aufrecht an der Stelle ihres Wachsthums, mit den Wurzeln in der Erdschicht, in welcher das Zinn befindlich, und sind die Stämme verschüttet durch Süßwasserablagerungen, beinahe 50 Fuß unter der Fluthmarke.

Aus diesen Erfunden, welche sich in den Zinngraupen-Erzwerken an verschiedenen Orten Englands wiederholt haben, geht hervor, daß, nachdem

die Metalle sich in ihren jetzigen Lagerstätten niedergeschlagen hatten, — gleichviel, ob dies nun unter oder über dem Meere erfolgt sein möge, — die Erde Zeit gewann, sich mit Pflanzen, mit Wäldern zu bedecken, deren Bäume von den jetzigen nicht sehr verschieden sind; daß später der Erdboden, auf dem sie standen, sich dergestalt senkte, daß Flußgeschiebe sie bedecken konnten, und daß sie endlich mit diesen weit unter die Fluthhöhe des Meeres sanken, wobei übrigens die Möglichkeit nicht ausgeschlossen bleibt, daß überhaupt das Sinken gleich so tief geschah, wie die Lage dies jetzt verräth; es wäre dann eine Meeresbucht entstanden, in welcher sich die Flußgeschiebe gesetzt hätten, wie Aegypten einst eine solche war, bis der Nilschlamm das Meer verdrängte und die Bucht zu einem fruchtbaren Thal ausfüllte. (S. Zimmermann, Erdball II.)

Sehr interessant ist die hier wiederkehrende Gewißheit, daß mit unseren jetzt noch vorhandenen Hirschen, Elenthieren, Pferden u. s. w. auch andere Thiergeschlechter diese Gegenden gleichzeitig bewohnt haben. In England ist durch das unablässige Durchwühlen des Bodens nach den mineralischen Schätzen desselben das meiste hierauf Bezügliche entdeckt worden. Im südlichen Wales, wo sich die untermeerischen Wälder häufig finden, zieht sich eine umfangreiche Niederung von der Mündung des Neathflusses östlich über Port Talbot hinaus; sie ist durch eine Doppelreihe von Dünen gegen das Meer geschützt. Dort sind an vielen Stellen die Wurzelstöcke ausgedehnter und dichter Wälder in ihrer natürlichen Stellung bloßgelegt und bis unter die Dünen verfolgt worden. Auf der Oberfläche des Thons, in welchem die Bäume wurzelten, sieht man den Wechsel der Thiere, welche die Wälder bewohnten, von ihnen fest- und tiefgetretene Pfade, in denen die Fährten der Hirsche sehr deutlich von denen der Stiere zu unterscheiden sind. Die Stiere aber gehörten einer andern, viel größeren Species an als die jetzt lebenden Thiere; denn ihre Schrittweite beträgt nicht, wie gewöhnlich, zwischen 2 und 3 Fuß, sondern volle 7 Fuß, was bei einem vierfüßigen Säugethiere auf ungeheure Größe deutet. Diese Fußspuren wurden übrigens nicht allein an diesem Orte, sondern auch in dem Boden des submarinen Waldes von Pembrey in Carmarthenshire gefunden. Man tiefte zu Pembrey ein Bassin aus; dies geschah in dem Delta, welches der Fluß mit dem für die deutsche Zunge unaussprechlichen Namen Llwchwr und der Barry mit einander bilden. Nachdem man hier den Sand hinweggeräumt hatte, kam man auf einen dem vorigen ganz ähnlichen unterseeischen Wald, in welchem sich gleichfalls diese von Hirschen und Stieren festgetretenen Pfade und ihre ganz deutlich ausgeprägten einzelnen Spuren fanden. Dort entdeckte man auch Gebeine und Hörner jenes großen Stieres, den man Bos primigenius genannt hat, und der Hörner trug, welche von

Spitze zu Spitze 12 Fuß maßen, wobei die Stirnbreite mit etwas mehr als $1\frac{1}{2}$ Fuß abgeht, also Hörner von 5 Fuß 3 Zoll Länge übrig bleiben, was denn ganz anständig ist, indessen, ohne die Fußspuren zu Hilfe zu nehmen, doch keinen sicheren Schluß auf die Größe des Thieres gestattet (so haben die ungarischen Rinder Hörner von 3 Fuß Länge, auch darüber, ohne daß die Thiere größer wären als die unsrigen, und die Büffel in Ungarn und Italien haben Hörner von kaum 1 Fuß Länge, ohne deshalb kleiner zu sein).

Die jene Flüsse begleitenden Höhen enthalten viele Höhlen, in denen man die Reste von Rhinoceroten, Elephanten, Hyänen, riesigen Bären und Katzen (Felis spelaea, der Höhlenlöwe, weit größer als unser jetziger) findet, und es ist schwer, die Zeit, in welcher diese erloschenen Thiere lebten, von der zu unterscheiden, in welcher die Wälder mit den Fußspuren und den Resten sowohl ausgestorbener als noch lebender Thiere untergingen; es muß daher dieser Untergang in einer so ruhigen Weise stattgehabt haben, daß diese Bäume ihren Stand behielten und die Spuren der Thiere nicht einmal verwischt wurden.

Aus allen diesen Erscheinungen geht mit Sicherheit hervor, daß eine Senkung der britischen Inseln und des ganzen westlichen Festlandes von Europa stattgefunden hat, welche jene Erhebungen auf anderen Stellen vollständig compensirt, und daß wahrscheinlich nur die Temperaturerniedrigung an der Zusammenziehung und in Folge dessen an der Senkung der Gesteinmassen und Erdschichten schuld war, scheint auch noch daraus herborzugehen, daß man in England und in viel südlicheren Breiten versteinerte Seethiere gefunden hat, welche ganz nördlichen Gegenden angehören, also zu zeigen scheinen, daß zu der Zeit, in welcher sie Bewohner des Thons oder Sandes waren, der sie jetzt als Schiefer oder Sandstein einschließt, die Zone, in der sie lebten, viel kälter gewesen als jetzt. So sehen wir denn ein Schwanken der Erdtemperatur sowohl als der Höhe der Oberfläche über dem Meere als wirklich vorhanden, und zwar in einer wie in der anderen Richtung, ein Kälter- sowohl als ein Wärmerwerden, ein Sinken sowohl als ein Steigen der Erdrinde und hierin und im Erheben der Gebirge und der Hochländer die plutonische Thätigkeit. —

In neuester Zeit hat Heinrich Schmick die entgegengesetzte Hypothese aufgestellt, daß nämlich nicht die Ländermassen allmählich gehoben und gesenkt werden, sondern daß das Meeresniveau schwanke, und daß in Folge der Anziehung der Sonne, durch welche die beweglichen Wassermassen Ortsveränderungen unterworfen seien, innerhalb einer Periode von 21 000 Jahren (innerhalb welcher sich auch die Präcession der Nachtgleichen wieder ausgleicht) in der einen Hälfte derselben das Wasser auf

der nördlichen, in der anderen auf der südlichen Halbkugel steigt, so daß innerhalb jener Zeiträume bald auf der einen, bald auf der andern Halbkugel größere Wassermassen sich ansammeln. —

Auch dasjenige, was wir, abgesondert von der plutonischen Thätigkeit, als vulkanische zu betrachten gewohnt sind, hat eine ungeheure Verbreitung und gehört zu den allgemeinsten Ursachen der Veränderungen der Erdoberfläche. Die Vulkane, Verbindungswege des flüssigen Erdinnern mit dem erstarrten Aeußern, geben diesem flüssigen Innern Gelegenheit, in langen Schloten emporzusteigen und sich als glühende, langsam fließende Massen aus dem Krater über den Rand desselben zu ergießen, oder falls der Druck der Flüssigkeit auf die einschließenden Wände zu groß wird, diesen Widerstand zu durchbrechen und zur Seite auszufließen.

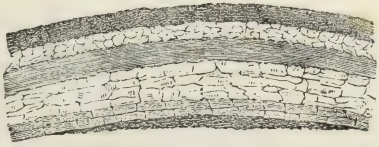
Wenn die geschmolzenen Massen auf diesem Wege mit Wasser in Berührung kommen, was in der Regel geschehen wird, so ist die natürliche Folge davon die Verwandlung desselben in Dampf, und dieser schleudert nunmehr Alles, was über ihm steht, durch den Schlot hinaus mit einer Gewalt, von deren Heftigkeit man sich gar keinen Begriff machen kann. Der beinahe kleinste der Vulkane, welche wir kennen, der Vesuv, hat in der Regel bei eigentlichen Eruptionen eine Feuersäule von 9000 bis 10 000 Fuß und schleudert bis zu dieser Höhe, welche seine eigene um mehr als das Dreifache übertrifft, klafterdicke Felsklumpen, als wären es Federbälle, empor. Kein von Menschenhand gefertigtes Geschoß, und wäre es das vortrefflichst gezogene Kanon mit Kammer und mit Zündnadelfeuerung, und wäre es mit dem allerdesten Pirschpulver geladen, vermöchte nur eine zwölfpfündige Kugel so gegen alle Gesetze der Schwere fünfundzwanzig Sekunden lang aufwärts zu treiben; das würde eine senkrechte Geschwindigkeit von 735 Fuß in der ersten Sekunde voraussetzen, das würde bedingen, daß die Kanonenkugel mit abnehmender Geschwindigkeit eine halbe Minute lang stiege und mit zunehmender Geschwindigkeit eine halbe Minute fiele; lauter Bedingungen, welche zu erfüllen die menschlichen Kräfte nicht ausreichen, und welche hinwiederum die Naturkräfte gleichsam spielend, tagelang, mondenlang in einem so gesteigerten Grade ausüben, daß jene glimmenden Fünkchen, jene Mücken, welche die sprühende Garbe, welche die große Feiertags-Girandole des Vesuvs bilden, glühende Steinklumpen von Kubikfuß bis zu Kubikklafter Inhalt sind.

Entsetzlich aber und furchtbar verheerend sind selbst die Wirkungen dieses Zwerges unter den Vulkanen; denn die von ihm ausgeworfene Asche bedeckte noch in historischer Zeit (79 Jahre nach dem Beginn unserer Zeitrechnung) ganze Landschaften mit Asche und Lava 70 Fuß hoch und er-

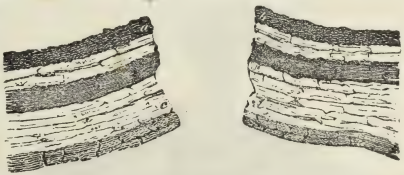
schütterte Flächenräume von 50 000 Quadratmeilen durch eine alles Bestehende vernichtende Thätigkeit.

Die feuerspeienden Berge selbst sollten ihr ursprüngliches Auftreten der plutonischen Gewalt, ihre späteren Formänderungen sich selbst danken. Bei dem feuerspeienden Berge hat man nämlich früher zwischen dem sanft aufsteigenden, meistens domartig gewölbten Hügel und der Einsenkung (gewöhnlich auf dem Gipfel) unterschieden, welche man den Krater oder den Kessel (Caldera) nennt, und hier wollte man so wesentliche Verschiedenheiten gefunden haben, daß man die Krater in Erhebungs und Eruptionskrater unterschieden hat, was sich später als falsch herausstellte.

Ein Erhebungskrater dankt nach diesen Ansichten sein Entstehen der plutonischen Thätigkeit. Ein irgendwie geschichteter Theil der Erdoberfläche, welche wir uns ursprünglich als völlig kugeleben vorstellen müssen, irgend ein solcher Theil, welchen die oberste Linie der nebenstehenden Zeichnung andeutet (und den wir nur deshalb als *geschichtet* angenommen haben, um in der Zeichnung leichter zu zeigen, welche Veränderung vorgegangen, — begreiflicher Weise braucht eine wirkliche Schichtung gar nicht stattzufinden, es könnte ja die Erdrinde an dieser Stelle aus der *ungeschichteten* erhärteten Planetenmasse bestehen), wird durch den ungleichen Druck des geschmolzenen Innern gegen die Oberfläche zerrissen und alsdann eine Ansicht gewähren wie die vorstehende Figur. Es entsteht dadurch natürlich eine Oeffnung; nach der Art derselben wird sich die Benennung richten, sie ist vielleicht ein meilenlanger *Spalt*, sie ist vielleicht ein ziemlich runder *Kessel*. In diesem Falle nannte man den Kessel oder Krater einen *Erhebungskrater*. Bei demselben sollte dasjenige, was wir nach dem *jetzigen* Sprachgebrauch „vulkanische Thätigkeit" nennen, nicht mitgewirkt haben, der Berg und der in demselben eingesenkte Kegel durch die bei weitem tiefer gehende, gewaltigere, durch die plutonische Kraft gebildet worden sein. Hört die Thätigkeit nicht mit dieser Wirkung auf, setzt sich der Ausbruch fort, so wird entweder das geschmolzene Innere in diesen

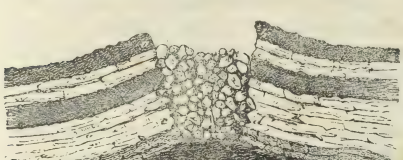


Erdrundung.



Sogenannter Erhebungskrater.

Krater hineinquellen und ihn nach und nach ausfüllen, vielleicht bis zum Ueberlaufen, oder es werden halbgeschmolzene Massen, Schlacken, unschmelzbare Gesteine mit größerer oder geringerer Gewalt aufwärts gestoßen, geschleudert werden. Im ersteren Falle ist vielleicht die durchschnittliche Ansicht des Kraters, wie die nebenstehende Figur zeigt; es hat sich das unter der Erdkruste gelagerte geschmolzene Gestein, es hat sich das flüssige Erdinnere darin mehr oder minder erhoben, ja es hat eine solche Erhebung noch nicht genügt, um durch den erhöhten Druck der nach außen strebenden Masse das Gleichgewicht zu halten, und es ist die ganze Höhlung erfüllt worden; es ist die flüssige Substanz die Ränder des Kraters hinabgequollen und hat sie ringsum bedeckt. Mit diesem Zustande aber tritt der Plutonismus zurück, und der Vulkanismus kommt zur Geltung. Das Oeffnen des Spaltes rührt von plutonischer Thätigkeit her; das Füllen mit Auswürflingen ist schon vulkanisch, wiewohl es möglich ist, daß dieses Ueberfließen des Kessels nur einmal stattfindet, der Kessel mit einem großen Deckel von geschmolzener Lava für immer geschlossen wird. Fand aber, wie die nebenstehende Abbildung zeigt, in dieser übergequollenen Masse sich nicht nur eine Vertiefung, sondern stand dieselbe noch mit dem geschmolzenen Erdinnern in Verbindung, quoll daraus Dampf, Rauch, Asche empor, wurde Gestein heraufgeschleudert, so wird der neu entstandene Berg zweifelsohne ein Vulkan genannt werden müssen; der Krater war jedoch aus einem Erhebungs- zu einem Eruptiogstionskrater geworden.



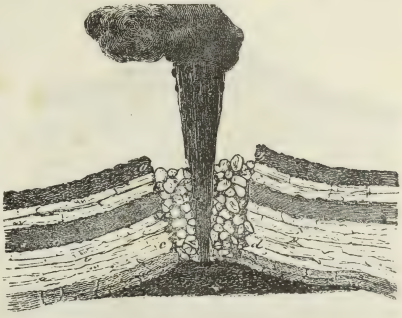
Allmähliche Füllung eines Kraters.

Eruptionskrater.

In einer ganz ähnlichen Art kann aber nun ein solcher Krater entstehen, auch ohne daß flüssige Substanzen ihn bilden. Gesetzt, die Auswürflinge wären schlackenartig, wären unschmelzbare Gesteine, wären vul-

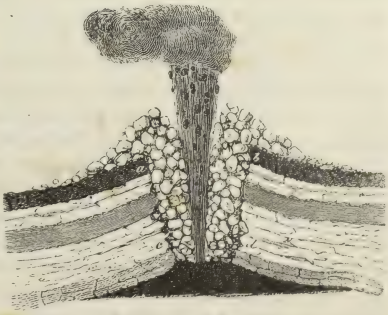
kanische Asche, glasige, mit Gasarten durchsetzte Massen, wie der Bimsstein, so wird die Ansicht eines Durchschnittes nunmehr etwa, wie die hier folgende, nicht compacte Laven, sondern vielfach zerklüftete, auf einander geschüttete Substanzen zeigen und gewissermaßen einen Vulkan in einem Vulkane.

Es kann aber nun noch ein Fall eintreten (und dieser ist bei den sämmtlichen kleineren und bei den meisten mittlerer Größe der gewöhnliche): es wird nämlich die Aufschüttung desjenigen trocknen bröckligen Gesteins aller Art, dessen wir vorhin gedachten, und welches meistentheils unter dem italienischen Namen Rapilli bekannt ist, nicht aufhören, wenn der Kessel zur Hälfte damit gefüllt ist, sondern es wird die Aufschüttung fortdauern, bis die ganze Räumlichkeit des Kessels nicht nur aufgeschüttet, sondern auch noch überdies ein weit darüber hinausgehender Berg entstanden ist. Dieser Berg heißt nun der feuerspeiende und sein Kessel ist vollständig das, was man einen Eruptionskrater nannte (siehe die zweite Figur auf dieser Seite).



Ein Vulkan in einem Vulkane.

Nun ereignet es sich aber auch, und zwar gar nicht selten, daß der ganze Berg aus Aufschüttungen, aus über einander gehäuften Rapilli bestand, wo also nicht zuerst ein sogenannter Erhebungskrater durch das Bersten der Erdoberfläche und durch das Auftreiben seiner horizontalen Schichten entstand, sondern wo durch den Riß sogleich die Rapilli heraufgedrungen sind, so daß der aufgeschüttete Berg sich nun gestaltet, wie umstehende Figur



Bedeckung eines Kraters.

zeigt, woselbst die gekrümmte Linie die fortlaufende Erdfläche sein soll, in welcher ein Riß gedacht wird, der dem glühenden Gesteine des Erdinnern, den trocknen Schlacken oder Bimssteinen, den Rapilli oder der zusammenhängenden flüssigen Lava den Ausgang gestattet und ihr Gelegenheit bietet, sich um den Riß zu häufen, zu einem Berge zu gestalten. Dies ist die Art, wie an dem Vesuv zahlreiche Hügel von gar nicht geringem Umfange entstanden sind, und wie Spalanzani deren am Aetna hundert zählte, Fr. Hoffmann aber deren doch mit Bestimmtheit siebenzig aufzeichnete, als er vom Gipfel des Aetna eine Karte dieses vulkanischen Centralgebirges gewissermaßen aus der Vogelperspective aufnahm. Dies ist der Fall, auf den jetzt alle übrigen oben erwähnten zurückgeführt worden sind.

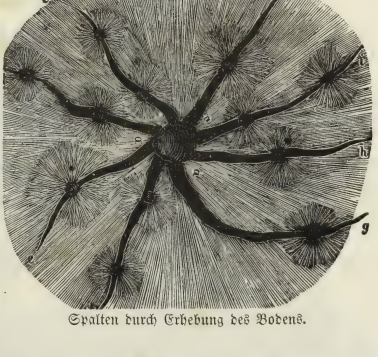
Eruptionskrater ohne Erhebungskrater

Die uns nächsten Vulkane, der Vesuv, der Aetna und die kleineren des Mittelmeeres sowie der erloschene Feuerberg von Teneriffa geben uns glücklicherweise vollständig genügenden Aufschluß über ihr Entstehen und über die Art ihrer Kesselbildung, welche aber früher ganz falsch gedeutet wurde und hauptsächlich die Hypothese der Erhebungs- und Eruptionskrater schuf, deren spezielle Widerlegung weiter unten folgt.

Da sich nun der Feuerherd eines solchen Vulkans häufig sehr weit erstreckt, so bricht nicht selten aus dem Ende oder der Mitte eines solchen meilenlangen Spaltes Lava oder zerbröckeltes Gestein hervor, wird weit in die Luft geschleudert und fällt, soweit es nicht durch die Luftströmung fortgeführt wird, um den Punkt des Ausbruchs nieder, einen neuen Feuerberg bildend. Auf solche Weise reiht sich Berg an Berg, und es wird nicht ein Vulkan, es wird ein vulkanisches Centralgebirge entstehen, wie dieses der Aetna wirklich ist, und wie wir deren an verschiedenen Punkten von Europa, wenn schon nicht in solcher Großartigkeit haben. Die prächtige Vulkangruppe, welche sich um den Puy de Dome in der Auvergne gereiht hat und das Centralplateau von Frankreich schmückt, ferner die Vulkangruppe der nördlichen Rheingegend, welche das Grauwackenlager der Hochebene durchbricht, sind uns mehr benachbart als das ferne Sicilien; besonders ist das Eifelgebirge, zwischen Bonn, Andernach und Trier, reich

an erloschenen Vulkanen und an den Produkten ihrer ehemaligen Thätigkeit, und es ist deshalb auch vielfältig das Ziel der Ferienreisen deutscher Geognosten gewesen, wenn ihre Mittel ihnen nicht gestatteten, die Natur zu belauschen, wo sie in großartigem Maßstabe arbeitet, wie dies z. B. am Aetna der Fall ist, woselbst man der erloschenen und thätigen Krater über siebenzig findet.

Stellen wir uns auf folgender Zeichnung unter ab, ac, ad ꝛc. einen solchen gespaltenen Feuerherd vor, so sieht man sofort, daß, wo es auch immer sei, auf jedem Punkte aller dieser Spalten die im Innern der Erhebung wirkende vulkanische Thätigkeit leichteren Ausweg, geringeren Widerstand findet, als auf den zwischen den Spalten ruhenden Gebirgsmassen. Wenn wir also um den Punkt a her bergartige Aufschüttungen finden, so werden wir mit Recht zu dem Schlusse geführt, dieselben stünden über Oeffnungen in der Erdrinde; ja wenn wir auf dem Gipfel des Hauptberges bei a stehen, so werden wir durch die hinter einander liegenden Hügel sogar die Richtung der Spalten verfolgen können, selbst wenn diese durchaus nicht mehr zu sehen, selbst wenn sie ganz verschüttet sein sollten.

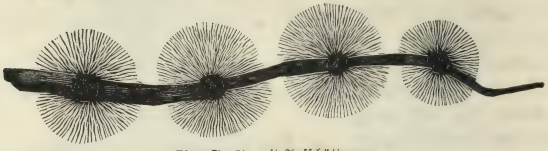


Spalten durch Erhebung des Bodens.

Es werden nämlich, wie sich von selbst versteht, nur die weitesten Stellen der Spalten zum Durchgange für die Gase und Dämpfe und die von ihnen emporgetriebenen compacten Substanzen benutzt werden; die Auswürflinge fallen dann dicht um den Punkt der Erruption nieder und schütten selbst um die Mündung des in die Erde dringenden Kanals einen Berg auf, der begreiflicherweise zuerst die Spalte füllt, so weit, als sie nicht selbst thätig ist, der also einen nicht unbeträchtlichen Theil derselben ausgleicht, dann aber über dieselbe als Berg emporsteigt.

Sind nun im Verlauf einer solchen Spalte, wie die umstehend skizzirte, mehrere erweiterte Stellen vorhanden, aus denen Rapilli und Lava aufsteigen, aus denen mehr oder minder mächtige Ausbrüche von Sand, Asche, Bimsstein geworfen werden, so kann es wohl geschehen, daß die ganze Spalte zugedeckt wird, indem die Aufschüttungen so ineinandergreifen,

daß der Fuß des einen Berges den des andern erreicht und der Fuß von diesem über den des nächsten Berges greift, wodurch natürlich, wenn auch der nächstfolgende Berg mit gleicher Intensität gewirkt hat, der ganze



Eine Spalte mit Aufschüttungen.

Spalt völlig geschlossen sein und sich nur dadurch verrathen wird, daß die Oeffnungen der Krater auf ihm liegen.

Dies Alles sind Eruptionskrater, und zwar so vollständig, daß sie stets dem auf Seite 459 beschriebenen zugezählt wurden, und aus ihrer Anordnung würde man die Richtung des Spaltes, den sie selbst durch die aus ihm hervorgehende Thätigkeit verschlossen haben, zu erkennen vermögen. Es kann in solcher Weise geschehen, daß diese Eruptionskrater den Grundbau des Berges bedecken, und es ist bei dem Aetna beinahe der Fall, denn er ist durch seine siebenzig Feuerberge von der äußersten Umgürtung seines weit gestreckten Fußes bis zur Spitze hinauf so ganz und gar eine Anhäu-

Der Aetna.

fung von großen und kleinen Kegeln, daß es des Blickes eines Wohlkundigen bedarf, um aus diesem sich immer höher und höher erhebenden Berggewühle den ursprünglichen Boden herauszufinden, es ist jedoch möglich;

man kann unzweifelhaft seinen Grundbau von seiner Bedeckung unterscheiden; allein es ist eine gründliche Kenntniß der Geognosie dazu unumgänglich nöthig, und weil diese Wissenschaft überhaupt eine verhältnißmäßig junge ist, so ist es nicht weiter zu verwundern, daß der Berg mit seinen oft unerklärlichen, sich widersprechenden Erscheinungen älteren Forschern ein Räthsel gewesen und erst in neuester Zeit hinlänglich bekannt geworden ist.

Der Anblick des Kraters ist von der überraschendsten Wirkung. Chaotisch liegen die schwarzen Schlacken, die Basalt-, die Lava-Stücke umher; Asche, Bimsstein, vulkanisches Glas in Fäden oder Splittern und Tropfen

Krater des Aetna.

füllt die Zwischenräume; krystallisirter oder sublimirter Schwefel bedeckt die Mündungen der nach dem Innern führenden Gänge und Röhren; gefährlich ist es, da hinabzusteigen; denn immerfort qualmen Kohlensäure und Schwefeldämpfe empor; aber unnahbar ist der mittlere Raum, auf welchem jetzt immerfort, und zwar aus vielen Mündungen gleichzeitig, Ergüsse von geschmolzenem Gestein, von glühender Asche, von brennendem Schwefel stattfinden. Gern wendet man sich von diesem düsteren Blick in den Krater nach seiner Außenseite, nach der Umgebung des Berges.

Hat man das (allerdings seltene) Glück, bei Ersteigung des Gipfels heiteres Wetter zu haben, so wird das Studium dieses vulkanischen Gebirges dadurch sehr erleichtert; denn man sieht wie auf einer Karte jeden Hügel und jede Ortschaft deutlich vor sich liegen.

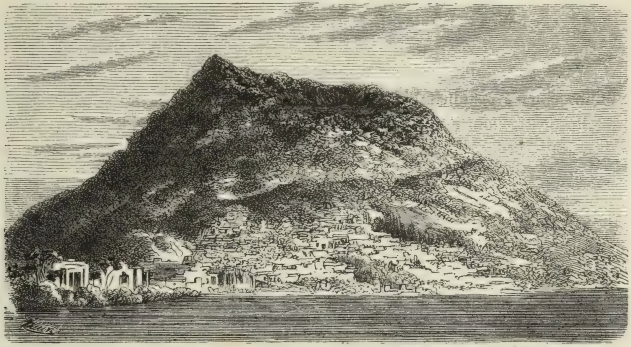
Wunderbar ist der Anblick der schwarzen Lavaströme von der Höhe der Berges; diese gehen strahlenförmig von der Mitte aus, sie erstrecken sich aber, da sie so sehr dunkel von Farbe sind, nicht wie Gestein- und Felsmassen, sondern wie tiefe, schwarze, grauenvolle Abgründe durch die waldige, wie durch die mit den üppigsten Gärten, Getreide und Rebenfeldern geschmückte untere Region bis zu dem Meere, in welches sie gleich Riesendämmen an mehreren Stillen weit hineinragen.

Aehnlich denselben in vielfacher Beziehung ist der berühmte Pic von Teyde auf der Insel Teneriffa; auch er ist ein gewaltiger (jetzt völlig erloschener) Vulkan von noch größerer Höhe wie der Aetna und für die Pflanzengeographie von derselben Wichtigkeit. Allein dieses ist nicht der Vergleichungspunkt, den wir aufsuchen; dazu würde ein jeder andere ähnlich gelegene Berg von gleicher Höhe ebenso gut dienen; es ist die Aehnlichkeit als Vulkan. Der eigentliche Kegelberg, der erloschene Vulkan, welcher auf mehr als 30 Meilen in See gesehen werden kann, ist umgürtet von einem 7000 Fuß hohen Cirkus, welcher vom Meere aus nach der Mitte ansteigt und dann plötzlich beinahe senkrecht abfällt, nach außen zu die breitgestreckten Lager, nach innen zu die Schichtenköpfe dieser mächtigen Bergmasse zeigend.

Aus dem Innern dieses gewaltigen, mehrere Meilen im Durchmesser haltenden Berges steigt nun der schöne, regelmäßige Eruptionskrater, aus Bimsstein und Obsidian aufgeschüttet, empor, sehr deutlich die Art seiner Entstehung anzeigend; aber höchst lehrreich ist es, daß die Erhebung der äußeren Kraterlinie die Schichten sowohl bloßgelegt als auch zahllose Spalten geöffnet hat, welche die ganze Insel durchsetzen und bis auf das Meer hinabgehen, so daß ein aufmerksamer und die Beschwerden und Gefahren dieser Unternehmung nicht scheuender Geognost, wie z. B. Leopold v. Buch, es vermochte, die Erdrinde bis zur Tiefe von 7000 Fuß zu untersuchen, die Schichtungen und Lagerungen, wie sie durch die Erstarrung der Erdmasse und die Bildung der Erdrinde entstanden, aufzuzeichnen und uns einen Schlüssel zu der Geschichte der Erdbildung zu geben, wie man ihn bis dahin nicht gehabt.

Ein anderer, uns nahe liegender und deshalb vielfach untersuchter Vulkan ist der Vesuv, dessen Entstehung zum Theil übrigens einer gar nicht zu fern liegenden Zeit angehört, wie dies aus den Beschreibungen der alten Naturhistoriker (Plinius u. A.) hervorgeht, welche nur die damals

weit ausgehöhlte Somma kannten, die auf dem Gipfel ein tiefes und weitgestrecktes Thal bildete, mit kleinen Seen und Busch- und Waldpartien geziert, in welchem sich der Vesuv noch gar nicht als zweiter Berg in dem



Der Vesuv vor seinem ersten Ausbruch.

Krater erhoben hatte. Damals war auch der Monte Somma beinahe bis auf den Gipfel bewohnt und bebaut, und er ernährte durch seine welt-

Der Vesuv in seiner jetzigen Gestalt.

berühmte Fruchtbarkeit eine zahlreiche Bevölkerung. Vitruv und Diodor von Sicilien sprechen zwar davon, daß dieser Vulkan ehemals Feuer ausgeworfen habe wie der Aetna; allein sie sprechen von diesem „ehemals"

als von einer so fernen Zeit, daß sich keine Nachrichten darüber mehr auffinden lassen, und als im Jahre 79 nach Christo der furchtbare Ausbruch entstand, welcher dem Vesuv seine jetzige Gestalt gab — den Berg im Berge — erschien die Sache so neu und so wunderbar, daß der ältere Plinius ein Opfer seiner Wißbegierde wurde, indem er sich zu nahe an den Berg wagte und wahrscheinlich von der Kohlensäure erstickt wurde.

In dem nachstehenden Durchschnitt des Vesuv, wie ihn Dr. Dieffenbach in seiner trefflichen Bearbeitung von Sir Henry de la Beche's Geologie mittheilt, haben wir in 1 die aufgeschütteten Bimssteine, den vulkanischen Tuff der Oberfläche, auf welchem die Umgebung von Neapel sich angebaut hat; 2 ist das früher emporgestiegene Gestein, hauptsächlich Leucitporphyr; bei a tritt dieser in großen Strecken zu Tage, und diese Erhöhung, unter dem Namen der Somma den Italienern allgemein bekannt, ist der eigentliche alte Vulkan. In dem tief schwarz schattirten Theile der Zeichnung sehen wir nun erstens unten die Ausfüllung des alten Kraters mit Laven und allerlei vulkanischen Gesteinen; dann bemerken wir, daß die Aufschüttungen sich bedeutend gehoben und den alten Krater nicht nur ganz ausgefüllt, sondern bis auf eine Seite (die Somma) sogar überdeckt haben; nach der Seite von Camalduoli (f) und Torre del Annunciata (g) hin besteht die ganze bebaute und unbebaute Fläche des Berges aus den

Durchschnitt des Vesuv.

Substanzen, welche der Vesuv emporwarf, und welche, nun verwittert, einen trefflichen, nahrungsreichen Boden bilden. Wann diese Eruptionen geschehen — wer vermag es zu sagen? Von einer furchtbaren Gewalt und weitgreifenden Wirkung müssen sie gewesen sein, wenn wir die ehemaligen und die jetzigen Verhältnisse des Kraters betrachten. Alles, was zwischen 2 und 2 schwarz schattirt erscheint, ist der Krater des durch vulkanische Kräfte erhobenen Berges; cc ist der Krater, welcher sich nach Zuschüttung dieses ersteren in demselben offen erhalten hat; jetzt aber ist d der eigentliche feuerspeiende Berg in diesem Krater, so daß der Schlund aus dem breiten schwarzen Raum zusammengesunken ist auf die hellere Linie, welche in dem innersten zweiten der Berge d ihre Mündung hat.

Das jetzige Terrain der Umgegend von Neapel wurde durch die furchtbaren Ausbrüche vom Jahre 79 unserer Zeitrechnung gebildet, wobei bekanntlich Pompeji durch einen Aschenregen, Stabiä und Herculanum durch

Sand und glühende Schlacken bedeckt, das letztere aber endlich noch durch einen Lavastrom unter geschmolzenem Gestein begraben wurde.

Die Untersuchungen, welche Dufrenoy, ein berühmter Geognost, über die Auswürflinge des Vesuv angestellt, haben sehr merkwürdige Resultate geliefert. Der vulkanische Tuffstein der Umgegend von Neapel besteht fast ausschließlich aus Trachyttrümmern und Bimsstein. Dieser letztere ist ein vulkanisches, zu Fäden gesponnenes und dann zerbrochenes und unregelmäßig wieder zusammengebackenes Glas, also unzweifelhaft ein Produkt des Feuers; der Trachyt gestaltet sich aber nur theilweise ähnlich. Wie er in der Umgegend von Neapel, d. h. als Auswürfling des Vesuv, vorkommt, so ist er eine halb krystallinische, halb feinkörnige Grundsteinmasse von mattem, erdigem Ansehen, geringer Härte und poröser Beschaffenheit, worin Krystalle von glasigem Feldspath oder, mehr mit der Grundmasse verwebt, von weißem Albit vorkommen, welchem Stoffe sich auch noch Hornblende, Augit, Glimmer, hin und wieder Quarz und Magneteisenstein beimischen, lauter Substanzen, welche auf Gestaltung und Umgestaltung durch Feuer deuten.

Nun tritt aber der merkwürdige Umstand ein, daß die umhergestreuten Trachyttrümmer, welche das Erdreich der Umgebungen des Vesuv bilden (an der Oberfläche verwittert, mit vulkanischer Asche und zersetzter Lava gemischt, höchst fruchtbar), sehr häufig Versteinerungen von Seethieren führen, ja daß mancherlei Muscheln und, was besonders in Erstaunen setzt, noch jetzt lebende Seethiere, so z. B. Serpularien (Röhrenwürmer), vorkommen, genau so, wie man sie in dieser Gegend an den Felsen von Scilly noch jetzt in Menge lebend findet.

Dieses Alles sind nicht phantastische Muthmaßungen, sondern Thatsachen, durch Geognosten unserer Zeit erforscht, und sie führen unwiderleglich zu dem Schlusse, daß der Vulkan die Stoffe seines Auswurfes aus Gegenden der Erdrinde nimmt, welche — was auch ursprünglich ihre Beschaffenheit war — in einer uns nicht gar zu fernen Epoche Meeresboden gewesen, und zwar lange genug, um Sedimentgesteine zu bilden und in diesen seine damaligen Bewohner zu begraben. Die Gesteine des Monte Somma sind von denen des Vesuv sehr verschieden, welches ein Beweis ist, daß ihre Quellen verschieden sind; da die Auswürflinge des alten Kraters sehr seiner eigenen Masse gleichen, so sind sie vielleicht nichts weiter als die Trümmer der Oberfläche, welche ehemals den Krater der Somma schloß, Trümmer derjenigen Landstrecke, welche in dem gegenwärtigen Zustande der Somma fehlt und durch den Vesuv ausgefüllt ist. Dieser letztere hat sein Material sichtlich aus viel größerer Tiefe geholt.

Vesuv und Aetna sind die beiden von den Naturforschern am läng-

sten und am meisten beobachteten Vulkane; der letztere — der Aetna — ist auch noch für das Studium der Pflanzenkunde von Wichtigkeit und Interesse, indem er eine Karte der ganzen europäischen Vegetation bietet, wie sie in ganz Europa nirgends mehr zu finden ist, da die einzigen, ihm gleich zu setzenden Berge in Savoyen weder so tief nach der Meeresfläche, noch nach einer gleich südlichen (halb tropischen) Lage hinabrücken.

Was die Natur im übrigen Europa auf einen Gürtel von 35 Graden vertheilt hat (vom 35. bis 70. Grad nördlicher Breite), das findet sich hier auf dem Raum von einigen Quadratmeilen und nur durch eine Höhe von 10 000 Fuß auseinandergerückt.

Der Aetna ist nicht nur ein sehr großer, sondern auch einer der furchtbarsten Vulkane; er galt lange Zeit für erloschen, und so hatte sich auf der alle Erwartungen weit übertreffenden, fruchtbaren vulkanischen Asche eine fleizige Bevölkerung versammelt, welche zahllose bedeutende Städte gegründet hatte, ein großartiges politisches, wissenschaftliches und industrielles Leben führte und reich an Genüssen so wie an Mitteln, sie zu befriedigen, reich an Glanz und Macht genannt werden konnte.

Mit dem Verfall des großen römischen Reiches, unter welchem Sicilien seine Selbständigkeit verloren, sank auch das glänzende Syrakus und das reich bebaute östliche Sicilien in sein trauriges Nichts zurück; unter seinen Tyrannen Gelon, Hieron, Dionysius war es zu einer Macht und Größe gelangt, die es befähigte, den eroberungssüchtigen Karthagern zu widerstehen; als ein Theil der großen Republik Rom ward es bald zu einem Schatten seiner vorigen Pracht und Schönheit. So ging es auch mit dem übrigen Sicilien, und seit fünf Jahrhunderten enthielt der Aetna nur noch eine Bevölkerung von 190—200 000 halbverhungerten Bettlern und Dieben, welche kaum so viel Thätigkeit haben, um das überreich bezahlte köstliche Produkt ihres Wohnsitzes, den lieblichen und feurigen Aetnawein, zu bauen, und es vorziehen, den keine Mühe und keine Arbeit fordernden Mais hinter ihrem elenden antediluvianischen Hackenpfluge in die Erde zu streuen.

Unter dieser jämmerlichen Bevölkerung hat der Vulkan noch furchtbare Verwüstungen angerichtet; denn die Eruptionen von 1536 und 1537 decimirten dieselbe. Der Ausbruch vom 9. März des Jahres 1659 aber zerstörte 49 Städte, 700 Kirchen und tödtete 94 000 Menschen, so daß das schöne Areal gegenwärtig kaum noch ebenso viel Bewohner zählt; für die schönen Städte sind elende, finstere und schmutzige Raubnester, für die prächtigen Villen und Schlösser sind jämmerliche Erdhütten aus dem Schutt entstanden. Der Geognost aber fragt nicht, *was für Leute dort wohnen*, sondern *auf was für Steinen* diese Leute wandeln,

und so ist der Aetna noch immer einer der interessantesten Punkte der Erde.

Muthmaßlich auf demselben großen unterirdischen Feuerherde mit dem Vesuv und dem Aetna stehen die kleineren, aber sehr thätigen Vulkane Stromboli und Volcano, von welchem letzteren die folgende Zeichnung eine getreue Ansicht giebt.

Humboldt sagt, daß die Thätigkeit der Vulkane im umgekehrten Verhältniß zu ihrer Größe zu stehen scheine. In Hinsicht auf die Feuerberge der eben erwähnten liparischen Inseln ist dieser Ausspruch vollkommen gerechtfertigt; obwohl dieselben in der historischen Zeit keinen einzigen

Die Insel Volcano

großartigen Ausbruch gehabt haben, so sind sie doch in einer ununterbrochenen Thätigkeit und senden aus ihren Kratern immerfort Flammen, Rauch und Rapilli empor, wahrscheinlich, weil bei ihrer geringen Höhe sie nicht eine so hohe Säule von geschmolzenen Substanzen zu überwinden haben, wie diejenige ist, welche in den 4000 und 10 000 Fuß hohen Vulkanen auf die darunter eingeschlossenen Gase drückt; ihre Mündung ist dem Herde des Feuers eine halbe Meile näher, und weil sie immerfort offen ist, können sich die Gase darunter nicht in solcher Spannung sammeln, daß sie einen gefährlichen Ausbruch veranlaßten. — Von der Insel Santorin und deren vulkanischen Ausbrüchen haben wir bereits gesprochen.

Zu Europa wird bekanntlich noch die weit genug davon entfernte Insel Island gezählt. Die älteren Lehrbücher wissen nur von einem Vulkan auf derselben, dem Hekla; thatsächlich aber hat sie deren 21, von denen gegenwärtig 13 erloschen und 8 in Thätigkeit sind. Der Hekla ist unter ihnen keineswegs der größte und thätigste; er war nur am meisten bekannt, weil er unsern der am stärksten bewohnten südlichen Küste und in der Nähe zweier anderer Vulkane liegt, welche, von den Schiffen aus betrachtet, leicht mit ihm verwechselt werden konnten und oft genug verwechselt worden sind.

Kärtchen von Island.

Der Hekla, 5110 Fuß hoch, ist auf dem vorstehenden Kärtchen mit 1 bezeichnet, und die weißen Punkte, welche sonst noch von 1 bis 8 mit Zahlen versehen sind, deuten die thätigen, die anderen Punkte aber die erloschenen Vulkane an. Die mit einem † bezeichneten sind submarine Vulkane, welche furchtbare Eruptionen erlitten haben, so der zuunterst an der Westküste gelegene im Jahre 1831 eine so verheerende, daß die ganze Küste entvölkert wurde und im Meere auf dem Walfischfang befindliche Schiffe, welche eines Sturmes wegen sich in den sonst äußerst sichern Hafen geflüchtet hatten, vor ihren Ankern den Untergang fanden. Der nächst dem Hekla belegene Berg (2) heißt Wester Jökull, mißt 5680 Fuß und brannte sehr stark in den 1821 und 1823.

3 bezeichnet den Köttlunga oder Kattlagia Jökull, welcher im Jahre 1823 drei Ausbrüche hatte, die von starken Erdbeben begleitet waren; im Jahre 1756 fanden gar fünf heftige Eruptionen statt.

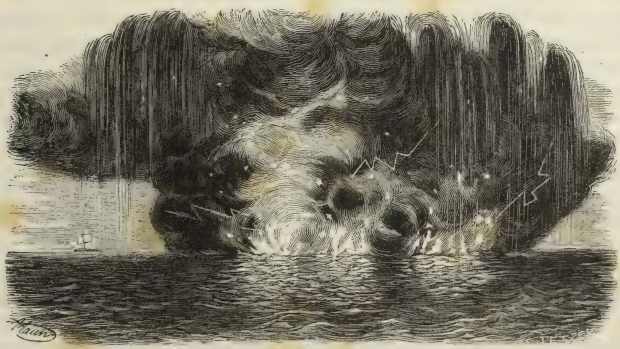
4, Oraego Jökull, 5927 Fuß hoch, hatte 1755 mehrere sehr heftige Ausbrüche und ist seit dieser Zeit in Thätigkeit geblieben, so daß er immerfort raucht und kleine Steinstücke, deren glühenden Zustand man besonders bei Nacht sehr deutlich bemerken kann, auswirft.

5, Herdubreid Jökull, hat vielfache Ausbrüche gehabt, von denen im Jahre 1818 mehrere auf einander folgten, in denen die Rauch- und Feuersäulen sich auf 4000 Fuß über seinen Gipfel erhoben.

6, Trölladingur Jökull, hatte im Jahre 1810 mehrere sehr heftige Ausbrüche. Besonders merkwürdig sind aber der Krabla Jökull (7) und der Skapta Jökull (8), welche im Jahre 1783 den einen ganzen Sommer dauernden Höhenrauch verursachten (siehe Zimmermann, Erdball, Theil I), indem sie während dieses Jahres sechs Monate hindurch unaufhörlich feine

Asche aussendeten, welche, über ganz Europa fortgeführt, jene abnorme Färbung der Atmosphäre, jene Verdunkelung der Sonnenscheibe hervorbrachte. Mehrere dieser Vulkane, welche alle acht durch ihre Feuer- und Rauchsäulen eine ununterbrochene Thätigkeit bekunden, haben so ungeheure Lavaströme ergossen, daß ganze weite Thäler damit erfüllt wurden, Tausende von Menschen umgekommen und drei Viertheile der einst so reich bebauten Insel unbewohnbar geworden sind. Ein quer durch die Insel gehender breiter Streif, durch die punktirten Linien bezeichnet, nur ein kleiner Theil der südlichen Küste und ein größerer der nördlichen sind von den verheerenden Wirkungen dieser furchtbaren Thätigkeit verschont geblieben. Aber auch hier sieht man die mächtige Wirkung der vulkanischen Thätigkeit; Lavaergießungen haben überall stattgefunden, und wo spätere Erhebungen dieselben bloßgelegt und das Wasser sie ausgewaschen, da sieht man Gestaltungen der wunderbarsten Art, wie z. B. den mächtigen Lavabogen, welcher dasteht wie die Ruine eines Titanenbaues, eines Triumphbogens, wie ein römischer Triumphator sich ihn nie gedacht. Das geschmolzene Gestein hat noch im Schooße der Erde diese Gestalt angenommen und ist, so erhärtet, später gehoben worden und durch Wasser ausgewaschen.

Einzelne Inselgruppen bei Afrika sind durch und durch vulkanisch, wie die Azoren, die Canarien und die des grünen Vorgebirges. Von den



Entstehung der Insel Sabrina. 1811.

Azoren ist die Insel Pico mit einem schönen regelmäßigen Kegelberge, rein aus Trachyt bestehend, geziert. Dieser Berg, von welchem die Insel ihren Namen hat, ist der einzige auf dieser stark vulkanischen Inselgruppe, wel-

cher ein immerwährend geöffnetes Ventil hat; demnach glaubt man, daß der mächtige Lavastrom, welcher im Jahre 1812 einen Theil der nordöstlich von Pico gelegenen Insel St. Georg zerstörte, ein Seitenausbruch des Pico gewesen sei; scheint dies schon eine kühne Annahme, so ist es völlig unzulässig, das Entstehen der neuen Insel bei St. Miguel im Jahre 1811 demselben Vulkan zuzuschreiben. Er liegt über 30 Meilen von diesem neu entstandenen Fleckchen Erde, welches der Capitain eines englischen Schiffes sogleich im Namen Königs Georg des Dritten in Besitz nahm, und es heißt doch wohl einen Berg zu weit ausdehnen, wenn man ihm einen Fuß von 60 Meilen Durchmesser geben will; allein unzweifelhaft ist die Azorengruppe auf einer viel größeren vulkanischen Basis aufgebaut, und jene einzelne Insel ist eine Spitze eines Feuerberges, welcher vielleicht hin und wieder nicht mehr zum Ausbruch gekommen, noch einen Krater von neuem geöffnet hat, aber doch seinen vulkanischen Charakter deutlich an sich trägt. Die Basis eines jeden solchen Berges liegt tief unter der Meeresfläche; von der Basis dieser großen Inselgruppe erhob sich die neue Insel, und dahin ist sie auch wieder zurückgesunken, so daß die nach jeder Insel als neuem Stützpunkt ihrer Seemacht begierigen Engländer um diese Perle in der Fassung des atlantischen Oceans gekommen sind; 80 Faden Wasser findet man an der Stelle, wo sie im Jahre 1811 auftauchte.

So wie die Azorengruppe, ist auch die der Canarien eine rein vulkanische; die sämmtlichen Inseln sind nach L. v. Buch's genauen Untersuchungen das Werk einer vulkanischen Thätigkeit in ihrem großartigsten Maßstabe; in den Lagen der Mineralien, in den Schichtungen der Felsarten erkannte man auf das Deutlichste die auf einander folgenden Perioden ihrer Bildung und die Reihenfolge der über einander gelagerten Eruptionsprodukte. Ueber den Pic selbst und seine Bildung haben wir bereits so viel angeführt, als der Raum dieses Buches gestattet; über die Canariengruppe aber überhaupt müssen wir noch hinzufügen, daß die Insel Lanzerote das überraschendste und großartigste Bild der Folgen eines vulkanischen Ausbruches liefert, indem eine wahrhaft titanische Kraft bei der größten Eruption, die man irgendwo erlebt zu haben glaubt, im Jahre 1730 solche Lavamassen über den Rand des Kraters ergoß, daß sie einen Flächenraum von mehreren Quadratmeilen ganz bedeckten und Leopold v. Buch zur Aufstellung seiner geistreichen, doch jetzt veralteten Theorie von den Erhebungsinseln veranlaßten, nach welcher das Terrain aller Inseln dieser Art einst wagerecht auf dem Meeresgrunde gelegen und von hier durch plutonische Kräfte erhoben worden sein sollte, bis es die Oberfläche überragte, worauf entweder die Erhebungsinsel dom-

artig stehen geblieben oder ein schließlicher Akt des Ausbruches sie zu einem Erhebungskrater gemacht haben sollte.

Der berühmte Pic von Teneriffa hat seit langer Zeit keine Flammen mehr ausgeworfen; sein Krater ist überhaupt einer der kleinsten, er hat kaum 130 Ellen Durchmesser und nicht mehr als 50 Ellen Tiefe. Die Thätigkeit dieses keineswegs erloschenen Vulkans scheint nicht groß genug, um so mächtige Schichten zu erheben, als in der Mitte über seinem Feuerherde liegen; dagegen scheinen die Wände wieder nicht stark genug, um vollständig Widerstand zu leisten; denn im Jahre 1798 (9. Juni) fand eine starke Eruption aus dem ganz seitwärts von dem Pic gelegenen Berge Chahorra statt, bei welcher bedeutende Felsenmassen mit einer solchen Gewalt in die Luft geschleudert wurden, daß sie eine halbe Minute brauchten, um wieder zur Erde zu gelangen, was — die Zeit des Steigens und Fallens als gleich angenommen, wie man ohne erheblichen Fehler wohl darf — eine Höhe von mehr als 3300 Fuß voraussetzt.

So interessant und wahrhaft geistreich aber auch immerhin die oben angeführte Buch'sche Theorie von den Erhebungs- und Auswurfskratern sein mochte, so muß sie doch jetzt, wo unendlich viele und genauer durchforschte Thatsachen zur Erklärung der Erscheinungen als zu Leopold v. Buch's Zeit vorliegen, ganz aufgegeben werden; zumal seitdem erkannt worden ist, daß kein Grund vorliegt, im Allgemeinen für die Vorwelt die Wirkung einer andern und größern Kraft als für die Jetztzeit anzunehmen; auch die auf Seite 431 und folgenden gegebene Schilderung der neuesten vulkanischen Vorgänge im griechischen Inselmeere, welche von einigen der bedeutendsten noch lebenden Geologen an Ort und Stelle genau verfolgt wurden, spricht unwiderleglich gegen diese Hypothese.

Eine ihrer hauptsächlichsten Schwächen lag überhaupt von Anfang an darin, daß sie solche außerordentliche Vorgänge fast, wenn nicht ganz ausschließlich, nur der sogenannten Vorwelt zuschrieb, einer Zeit, in welcher man früher überhaupt jetzt für undenkbar gehaltene Vorgänge für möglich hielt und sich dabei gar nicht an die gegenwärtig anerkannten Naturgesetze gebunden glaubte.

Zum Theil Lyell's Einfluß, schreibt unser berühmter Landsmann Bernhard von Cotta, hat diese Auswüchse geologischer Phantasie meist wieder beseitigt und solche wie andere haltlose Hypothesen aus unserer Wissenschaft entfernt. Man kann wohl mit Recht behaupten, daß die weit überwiegende Anzahl der gegenwärtig beobachtenden Geologen jene übertriebene Ausdehnung vulkanischer Lehren längst aufgegeben oder nie anerkannt hat, und daß der Kampf gegen solche Uebertreibungen jetzt eigentlich nur noch ein Kampf à la Don Quixote gegen Windmühlen ist. Wer

denkt heute noch daran, daß jeder Berg das Resultat einer selbständigen Hebung, jedes Thal die Folge einer weiten Berstung sein müsse? Nur in Frankreich findet die sonderbare Hypothese von der periodischen Zerspaltung der Erdkruste in der Richtung größter Kreise, welche sich nach krystallographischen Gesetzen unter gewissen Winkeln durchschneiden sollen, noch einige Anhänger, am Ende nur deshalb, weil sie zuerst in dem Kopfe eines Franzosen auftauchte. Die Mehrzahl der Geologen ist vielmehr der Ansicht, daß die Gebirgsketten zwar das Resultat von Erhebungen sind, die meist gewissen Hauptrichtungen folgten, wie zuerst L. v. Buch lehrte, daß aber diese Erhebungen ganzer Gebirgsketten niemals plötzlich, sondern vielmehr sehr allmählich eintraten, und daß ihre Richtungen von inneren Zuständen abhingen, welche sich jeder Berechnung entziehen. Diese Mehrzahl ist ferner zu der Ueberzeugung gelangt, daß die sogenannten Erhebungskrater, wie namentlich Lyell, Hartung, Junghuhn für Java und Vogelsang für die Eifel nachwiesen, in Wirklichkeit eher das Gegentheil von dem sind, was ihre Benennung ausdrückt, — nämlich Folgen von Einstürzungen, also richtiger Senkungskrater heißen müßten, und daß endlich manche lokalen Störungen der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse ebenso gut oder noch besser als durch vulkanische Erhebungen, durch Senkungen, in Folge innerer Ausspülungen, erklärt werden müssen. Die großartigen Schichtungen in Gebirgsketten, wie z. B. in den Alpen, werden in der Regel Folgen vulkanischer Thätigkeit sein; aber man ist zu weit gegangen, wenn man jeder Eruptivmasse solche Störungen zuschrieb und für jede Störung nach einem veranlassenden Eruptivgesteine suchte. Selbst die Erhebung der Gebirgsketten läßt sich beinahe nur ausnahmsweise auf den Durchbruch bestimmter Eruptivgesteine zurückführen; die aufdrängende Masse ist vielmehr meist unsichtbar geblieben. Daß verhältnißmäßig kleine Eruptivmassen, wie Basalt- oder Porphyrgänge, nicht den Schichtenbau ganzer Gegenden verändern konnten, ist übrigens bei unbefangener Beurtheilung nach mechanischen Gesetzen schon an und für sich ganz natürlich, da ihre Masse in gar keinem entsprechenden Verhältnisse zu der Dicke und räumlichen Ausdehnung der vor ihnen vorhandenen festen Erdkruste steht, welche durch sie verschoben, gehoben oder gestaltet sein soll.

Was sich hingegen von Leopold v. Buch's an und für sich geistvoller Hypothese erhalten und immer mehr bestätigt hat, je größere Theile der Erde man geologisch untersuchte und genau kennen lernte, das ist die Vertheilung der Vulkane in Reihen und Gruppen, zu welcher wir jetzt zurückkehren.

Die Inseln des grünen Vorgebirges, welche auf Teneriffa an der

Westküste von Afrika folgen, sind wenig bekannt, allein doch so weit, um mit Bestimmtheit behaupten zu können, sie seien, gleich den bisher gedachten, vulkanischen Ursprungs. Der Vulkan Fuego ist der einzige thätige dieser Inselgruppe, die anderen scheinen sämmtlich erloschen.

Auf derselben Seite von Afrika ist noch eine ganz vereinzelte Insel, Ascension, unter dem 8. Grad südlicher Breite, welche gleichfalls einen Vulkan hat, doch ist wenig Näheres über ihn bekannt.

Oestlich von Afrika liegt die Insel Bourbon, mit einem mächtigen ausgedehnten und überaus thätigen Vulkan. Einer seiner Ausbrüche, der vom 27. Februar des Jahres 1812, hat drei Lavaströme ausgesendet, welche ganz nahe an dem obern Rande des Kraters, der ganz damit erfüllt zu sein schien, ihren Ausweg fanden; bemerkenswerth ist, daß die Lava so zähe-flüssig (also keineswegs vollkommen geschmolzen) war, daß sie die kurze Strecke vom Krater bis zum Meere erst in zehn Tagen erreichte; allein die Grade der Schmelzbarkeit des Gesteins sind so verschieden als die Grade der Hitze, welches dieses Schmelzen bewirken, und so ist jenes langsame Fließen kein größeres Wunder als das überaus schnelle, welches Leopold v. Buch am Vesuv im Jahre 1805 beobachtete, wo der Lavastrom eine deutsche Meile in drei Stunden durchlief.

Im rothen Meere, zwischen Mokka und Zebul (das erstere ist nicht zu verwechseln mit dem berühmten Gnadenort der Moslem, Mekka), unter dem 15. Grad nördlicher Breite, liegt eine vulkanische Insel, Zebul Their, welche von dem bekannten englischen Reisenden Bruce besucht worden ist; der Vulkan hat vier Oeffnungen, aus denen fortwährend Rauchsäulen aufsteigen.

Das wären die Vulkane rund um Afrika; innerhalb des großen Continents sind gegenwärtig noch keine so genau bekannt, als es, um eine Aufzählung derselben vollständig zu machen, wohl wünschenswerth wäre. Die Umgegend des letztgenannten indessen, des Zebul Their, hat man doch so weit erforscht, um zu wissen, daß sowohl auf der Halbinsel Arabien (zwischen dem persischen und arabischen Meerbusen), wie auch auf dem Festlande von Afrika, zunächst dem Eingange in das rothe Meer ein stark vulkanisches Terrain liegt. Zuerst befinden sich in der Meerenge selbst neun Inseln, welche vulkanische Erscheinungen darbieten; auf dem Festlande von Arabien ist ein solcher Punkt, der Bir Hut, bekannt, welcher wegen seiner Höhe von mehr als 10 000 Fuß und der großen Nachbarschaft der Küste von den Seefahrern häufig in Thätigkeit gesehen wird; dann befinden sich auf dem Festlande von Afrika, wahrscheinlich auf ein und demselben, allen Vulkanen in dieser Gegend gemeinschaftlichen Feuerherde noch fünf Vulkane, Haik, Abida, Fanlai, Vinzegur und Sabu; leider aber

ist von allen diesen nichts weiter als der Name und ungefähr ihre Lage bekannt. Ein klein Wenig mehr weiß man vielleicht von den Vulkanen im rothen Meere selbst, weil dies die Straße für die englische Ueberlandpost nach Indien bildet.

In den Reichen Congo und Angola, auf der Westseite von Afrika, will man zwei Vulkane, den Pemba und den Zambi, entdeckt haben. In dem tiefsten Winkel des Meerbusens von Guinea, östlich von den Mündungen des Dscholiba und Niger, sollen sich auf einer Halbinsel zwischen dem Croß- und dem Dschongaflusse drei Vulkane in einer Reihe befinden, welche, mit dem nördlichsten angefangen, Oua, Rumbi und Cameron heißen. Der letzte soll 12 720 Fuß hoch sein; doch hat bereits Burton von ihm nachgewiesen, daß er nicht vulkanischer Natur ist. Die Reihe setzt sich in gerader Linie weit in das Meer fort. Der Küste zunächst liegt die Insel Fernando Po, dann folgt die Prinzeninsel, noch weiter südlich liegt St. Thomas (6480 Fuß hoch), und nahezu zwei Grad südlich vom Aequator liegt Annobom (2400 Fuß hoch).

Besser bestellt ist unsere Kenntniß von den amerikanischen Vulkanen. Im Norden finden wir zuerst Wrangel's Vulkan; er trägt den Namen des berühmten russischen Seefahrers; westlich von demselben, nach der Halbinsel Alaschka hin, in der Gegend, wo sie mit dem Festlande zusammenhängt, den mehr als 12 000 Fuß hohen Illäman, und nahe dabei einen beinahe ebenso hohen, noch unbekannten Vulkan. Es folgt nun einer der höchsten Berge der Erde, der Eliasberg, mehr als 18 000 Fuß hoch, weiter südlich der 15 000 Fuß hohe Buen tempo und auf der Sitka-Insel der Edgecombe, der jedoch nur 3000 Fuß mißt.

Das Oregon-Felsengebirge, welches vom 65. bis zum 30. Grade beinahe parallel mit der Küste läuft, hat auf seiner südlichen Hälfte ein ihm benachbartes Gebirge zum Begleiter, welches sich bis zur letzten Spitze der Halbinsel Californien fortsetzt; in dieser Kette liegt eine ganze Reihe thätiger Vulkane, von denen wir nur die bedeutendsten nennen wollen, nämlich den St. Helens, am nördlichsten gelegen, und den Vulkan de las Virgines, so wie den de la Giganta auf der eben genannten Halbinsel.

Die Vulkane von Mexico sind uns durch die Bemühungen solcher Männer wie Humboldt genauer bekannt. Es liegen auf dem Plateau von Mexico sechs derselben in einer geraden Linie, beinahe genau von Westen nach Osten gerichtet. Die Reihe beginnt, vom stillen Meere angefangen, mit dem 12 000 Fuß hohen Colima, der zwar nur noch Rauch und Asche auswirft, doch jedenfalls zu den thätigsten Vulkanen gezählt werden muß, weil er schon seit Jahrhunderten in dieser Weise fortfährt.

Ihm zunächst gelegen ist der vor einem Jahrhundert neu entstandene Vulkan Xorullo (sprich Jorullo), von welchem wir weiter oben bereits das Nöthige mitgetheilt haben; hier wollen wir noch bemerken, daß derselbe sich genau in die von Osten nach Westen verlaufende Linie der übrigen fünf Vulkane eingeschaltet hat, als ob er, wie die übrigen, auf einem und demselben, die Gebirgskette der Cordilleras von Mexico senkrecht durchsetzenden Querspalt stünde, eine Ansicht, welche Humboldt auch als unzweifelhaft ausgesprochen. Der dritte ist der Toluca, welcher eine Höhe von 15 200 Fuß hat. Dem Toluca zunächst steht der Popocatepetl, an welchem in den letzten Jahrhunderten keine Feuerauswürfe beobachtet worden sind. Thätig ist derselbe jedoch bis zur neuesten Zeit hin gewesen; gewaltige Dampfwolken (welche Unkundige für Rauch halten, wie sie die weißen Strömungen aus dem Rauchfang der Lokomotive auch dafür ansehen, während der Rauch sich durch seine dunkle Farbe deutlich von dem Dampf unterscheidet) steigen immerfort aus dem Krater. Einen Aschenauswurf hat Humboldt selbst beobachtet (bei seiner trigonometrischen Messung des Popocatepetl), und sehr häufig sieht man mit guten Fernrohren Bimssteinbrocken über den Rand des Kraters herabfallen, deutlich von dem Schnee, der ihn umgiebt, zu unterscheiden. Die Einwohner nennen diese Erscheinung „Sand"; es sind jedoch Körnchen von einigen Fuß Durchmesser, welche über den gefrorenen Schnee hinweghüpfen. Schon zur Zeit der Eroberung von Mexico durch die Spanier warf der Popocatepetl Rauch und Flammen aus. Cortez sandte zehn seiner tapfersten Kriegsgefährten ab, um die Ursachen der Feuersäulen, welche man ununterbrochen aufsteigen sah, und die man für ein gefahrdrohendes Signal hielt, zu untersuchen. Sie kamen natürlich unverrichteter Sache zurück, denn es ist ja nicht einmal unserm großen Landsmann gelungen, den Berg zu besteigen, was man erst in neuester Zeit vermocht hat. Die Berichte über diesen Gegenstand, welche die Conquistadores*) an Karl den Fünften abgeschickt, mögen wunderlich genug gelautet haben. Die Besteigung wurde bei dem kühnen Marsche versucht, den Ferdinand Cortez, im October des Jahres 1510 über den Gebirgspaß von Ahualco, welcher 9970 Fuß über dem Meere liegt, in Begleitung von 6000 Tlascalteken unternahm, als er von Cholula nach Tenochtitlan (Mexico) zog. Der Popocatepetl war zu dieser Zeit ungewöhnlich aufgeregt gewesen, und Cortez selbst erzählt in einem seiner Berichte, welche er an Kaiser Karl den Fünften sandte, daß, da er auf seinem Marsche zu erfahren gewünscht, was „das Ge-

*) So nannten die Spanier alle diejenigen Officiere, welche an der Eroberung von Mittel- und Südamerika Theil hatten.

heimniß dieses von dem Berge aufsteigenden Rauches sei", er die vorhin berührte Expedition abgesendet. Bernal Diaz del Castillo, einer der Geschichtschreiber jener Zeit, nennt als den Anführer der Expeditition den bekannten Diego de Ordaz, welcher bis an den Krater gelangt sein soll. Es ist wahrscheinlich, daß er sich dessen gerühmt, sagt Humboldt (Kleinere Schriften, I. S. 465), denn der Kaiser erlaubte ihm, einen brennenden Vulkan in seinem Wappen zu tragen; Cortez selbst sagt aber ausdrücklich, daß die Expedition durch den tiefen Schnee an der Ausführung ihres Vorhabens gehindert worden. Im Jahre 1522 sollen übrigens Spanier

Krater des Popocatepetl.

nicht bloß bis an den Rand gelangt sein, sondern sie sollen sich 70 bis 80 Klafter tief in den Schlund des rauchenden Berges hinabgelassen haben, um Schwefel zur Pulverbereitung zu holen. Alles dieses muß man höchst unwahrscheinlich nennen. Thatsächlich gelang die Besteigung erst im April des Jahres 1827 den Brüdern William und Frederic Glennie. Im November desselben Jahres bestieg ihn Samuel Birkbek. Der ehemalige unlängst im Alter von 82 Jahren verstorbene preußische Gesandte in Washington, F. v. Gerolt, welcher im Jahre 1834 Mexico bereiste und

eine höchst werthvolle geognostische Karte dieses Landes herausgegeben hat, erstieg den Berg ebenfalls; später wurde das Unternehmen von Charles Stone und fünf andern amerikanischen Offizieren gewagt und in der neuesten Zeit durch den Ingenieur Franz Majerus, welcher durch den Gouverneur des Staates Pueblo, Don Juan Mugica y Osorio, aufgefordert wurde, den Berg zu besteigen und sein Inneres zu untersuchen, und welchem wir die vorstehende Ansicht von dem Innern des Kraters verdanken.

Es schließt sich dieser Reihe als fünfter an der Vulkan Citlaltepetl, 17 374 Fuß hoch und dem Popocatepetl an Größe der nächste. Die mexikanische Mythe nennt diese beiden Berge Mann und Frau. Die neuere Geographie nennt ihn den Vulkan von Orizaba.

In dem Kriege zwischen den Vereinigten Staaten und Mexico gab die Anwesenheit eines kleinen Landheeres Gelegenheit zur Besteigung des Orizaba, im Mai 1848, durch die Lieutenants Reynolds und Maynard.

Dem oben erwähnten neuesten Besteiger des Popocatepetl ist auch die Besteigung des Orizaba geglückt. Der kühne Reisende war so freundlich, dem Verfasser Dieses eine durch ihn im Innern des Kraters aufgenommene Ansicht des letzteren nebst einem höchst interessanten Reiseberichte zur Veröffentlichung mitzutheilen, welche in der vom Verfasser herausgegebenen Länder- und Völkerkunde erfolgt ist.

Der Küste noch näher als der letztgenannte Vulkan liegt der Tuxtla, südöstlich von Vera-Cruz; sein letzter, sehr bedeutender Ausbruch fällt in das Jahr 1793. Das unterirdische Krachen war so furchtbar, daß man es in einem Kreise von 60 Meilen Durchmesser hörte. Die Asche wurde auf eine Entfernung von 75 Meilen fortgetragen. Dem Umstande, daß diese sechs Vulkane in einer ununterbrochenen Reihe stets offen auf einer großen Erdspalte liegen, schreibt man es zu, daß die Gegend weniger von Erdbeben heimgesucht wird; da die Sicherheitsventile immerfort geöffnet sind, kann sich der Dampf nicht in einer gefahrbringenden Weise ansammeln.

Die Landenge, welche Nord- und Südamerika verbindet, umfaßt außer dieser einen Reihe von Vulkanen noch eine andere, viel größere in Guatemala und Nicaragua (zwischen Mexico und dem großen Continent von Südamerika). Die Gruppe enthält 21 Vulkane, welche alle auf einer Strecke von kaum 10 Längengraden zusammengehäuft sind, so daß man in dieser Gegend immer ein paar ganz nahe und ein paar entferntere Vulkane vor Augen hat. Ihre Namen, von den Mexico am nächsten gelegenen angefangen, sind: der Vulkan von Sosconusco, von Sacutepeque, von Hamilpas, Atitlan, Fuegos de Guatemala, der Vulkan von Acatinango,

von Sunil, Toliman, Isalco, Sacatecoluca (nahe am Rio del Empa), von San Vicente, Traapa, Bisetlen, Concivina oder Conseguina (nahe am Meerbusen von Conchagua), der Vulkan el Viego (nahe am Hafen von Rialexo), der von Momotombo, von Talica (nahe bei San Leon de Nicaragua), der von Granada, von Bambocho, Papagallo und endlich der von Barna.

Alle diese Vulkane sind abwechselnd thätig, die neuesten Ausbrüche aber sind vom Los Fuegos de Guatemala, vom Isalco, Momotombo, Talica, Bambocho, und am 20. Januar 1835 vom Conseguina erfolgt. Dieser letztere erschütterte Land, Gebirge und Meer in einem Umkreise von ungeheurer Ausdehnung. Auf eine Entfernung von 150 Meilen in gerader Linie empfand man das Erbeben des Meeres sowohl als des Landes, denn es setzte sich nördlich bis Cuba und Jamaica, südlich aber beinahe bis zum Aequator fort; noch um etwas größer war die Ausdehnung von Westen nach Osten. Eine dritte Vulkangruppe befindet sich in der ehemaligen spanischen Provinz Neu-Granda, jetzt Columbien. Es liegen dort die Vulkane von Popayan, Sotara, Purace, Pastos und von Rio Fragua, ferner der Cambal, der Chiles und del Azufrael nahe genug zusammen, um sie in ein System fassen zu können, ja wahrscheinlich gehören sie mit der Gruppe von Quito, dem Cayambe, dem Colima, dem Nevado de Corazon, dem Ilinissa, dem Antisana, dem Pichincha (sprich Pitschintscha), Cotopaxi, Tunguragua, Capac-Urcu (jetzt Cerro el Altar genannt) und Sangai zusammen; denn der Vulkan von Pasto hatte seit Jahren eine dichte, schwarze Rauchwolke auf seinem Gipfel getragen, welche man bald höher und in Pinienform, bald wie eine dichte Nebelkappe seinen Scheitel umhüllen sah, und diese Wolke verschwand am 4. Februar des Jahres 1797 urplötzlich und zu derselben Stunde, als die Stadt Riobamba, nahe beim Tunguragua gelegen, durch ein furchtbares Erdbeben verbunden mit heftigen Ausbrüchen der benachbarten Vulkane zerstört wurde. Das plötzliche Verschwinden dieses Rauches machte ein so allgemeines Aufsehen, daß die Stunde desselben tausendfältig aufgezeichnet wurde, welche sich dann später als die des Unterganges von Hunderttausenden von Menschen herausstellte. Die Vulkangruppe von Popayan und los Pastos ist nicht genug bekannt, die von Quito aber war desto genauer von Humboldt untersucht, welcher acht Monate daselbst verweilt und das Hochland von Quito als dasjenige bezeichnet, auf welchem man den Vulkanismus, das heißt „die Reaction des flüssigen Innern gegen die erstarrte Oberfläche“ im weitesten Sinne des Wortes studiren könne. Die Vulkane von Quito und Popayan sind in zwei durch ein schmales Längenthal getrennte Bergreihen geordnet, die ungefähr 60 deutsche Meilen gestreckt und im Mitt-

leren kaum 5 Meilen von einander getrennt sind; das Thal, welches die Bergreihen scheidet, ist durch Querjoche wieder in kleinere Stücke getrennt, welche dadurch beinahe rechtwinkelig viereckig und theils quadratisch, theils oblong werden, so daß eine wunderbar regelmäßige Gliederung entsteht. Die fünf Thäler, welche so entstehen, sind durchweg Hochebenen, aber Ebenen im vollsten Sinne des Wortes; wahrscheinlich sind die nach der Mitte zu gesenkten Abhänge je zweier Bergreihen mit ihren eigenen Trümmern aufgefüllt; das Wasser hat dann die gröberen Massen zerkleinert, und das schließlich Herniedergeschwemmte hat sich nicht anders als wagerecht absetzen können; so befindet man sich in Cuenca 8100, in Tacunya 8040 und in Quito 8150 Fuß über dem Meere, und in allen diesen Thälern hat man einige Meilen vollkommen ebenen Weges bis zu dem Fuße der Gebirgsketten, welche sich dann ziemlich schnell und steil erheben.

Die Vulkane bei Quito.

Das nebenstehende Kärtchen zeigt einige von diesen Hochthälern. Die beiden hohen Gebirgsreihen, zwischen denen die Thäler oder Thalebenen von Quito und Riobamba liegen, sind hier verbunden durch die Bergjoche oder Knoten von Catocachi (der oberste), von Chisinche (der mittlere) und von Alausi. In der westlichen von diesen Ketten liegen der Catocachi, der Pichincha, der Ilinissa und der Chimborazzo; in der gegen-

überliegenden östlichen Reihe befinden sich der Cayambe-Urcu, der Guamani, der furchtbare Cotopaxi und der Cerro el Altar. Mitten in dem großen Thal von Riobamba liegt auch noch ganz isolirt der Tunguragua. Es scheint, als seien alle diese mächtigen Anschwellungen, diese Kolosse in der Reihe der Andesriesen, Vulkane gewesen; thätig aber sind gegenwärtig nur noch einige derselben und unter diesen vorzugsweise der Pichincha, der Cotopaxi und der Tunguragua, wiewohl auch sie in neuester Zeit ruhen. Humboldt erlebte den Ausbruch des Cotopaxi im Jahre 1803 und hörte dessen Donner in der Südsee.

In gleicher Art, wie das Kärtchen zeigt, setzen sich die doppelten Bergketten, durch Bergjoche stellenweise vereinigt, weiter fort; das vierte dieser Thäler, nach Norden zu, nennt Humboldt das amerikanische Tibet, es ist das von Pastos, und es steigt bis beinahe 10 000 Fuß. Das fünfte und nördlichste, das von Almaquer, sinkt wieder bis 6600 Fuß hinab.

Ueber alle diese Hochthäler, welche nach unsern Begriffen, wenn sie einzeln ständen, schon sehr bedeutende Gebirgshöhen sein würden, ragen viele der Berge so mächtig hervor, daß man z. B. den Chimborazzo von der Südsee aus sehen kann, ja selbst der viel niedrigere Pichincha gestattet, daß man von seinem Gipfel über die undurchdringlichen Waldungen der Provinz de las Esmeraldas hinweg die Südsee erblickt; dem Gesetze der Reciprocität zufolge muß auch umgekehrt der Pichincha vom Meere aus zu erblicken sein, wenn auch vielleicht kaum bedeutend genug über den Horizont erhoben, um sicher erkannt zu werden.

Humboldt sagt darüber bei Gelegenheit der Beschreibung seiner Reise auf den gedachten Vulkan, daß die Krümmung der Erde für die Höhe des Pichincha einen Gesichtskreis von 2^0 13′ Halbmesser ohne die Erweiterung desselben durch die Brechung der Lichtstrahlen in der Luft zulasse, mit dieser aber einen noch weiteren, nämlich 2^0 25′. Es bleibt also kein Zweifel übrig, daß man von dem Vulkan weit in das Meer hineinsehen kann. Der Meereshorizont, welcher sich bekanntlich bis zur Höhe des Auges erhebt, so daß alle näheren Gegenstände auf die Meeresfläche projicirt erscheinen, liegt für den Pichincha noch beinahe um einen ganzen Grad (56 Minuten oder 14 deutsche Meilen) jenseit des Merresufers; die dichten Wälder der Yumbos und der ehemaligen Provinz de las Esmeraldas, von vielen Strömen durchschnitten, schicken eine ungeheure Menge von Wasserdampf in die Atmosphäre, daher sieht man von dem Gipfel des Vulkans nach dem Innern des Landes, nach Quito zugekehrt, den Himmel im reinsten Blau mit einer fast unbegrenzten Aussicht, begünstigt durch die ungemeine Klarheit der schon um ein Bedeutendes dünneren Luft (die Hochebene von Quito liegt mehr als 8000 Fuß über dem Meere); da-

gegen ruhen über der westlichen Hälfte des Horizonts, über der üppigen, gewächsreichen Gegend, dicke Wolken, welche alle Aussicht verhindern. Nur eine einzige Oeffnung war in diesen dichten Schleier gerissen, und dadurch erblickte Humboldt eine weite bläuliche Fläche. War es eine jener dünnen Wolkenschichten, welche er wohl verschiedene Male schon von den Gipfeln der Cordilleren und vom Pic von Teneriffa am frühen Morgen gesehen, ein Stratus, der an seiner Oberfläche nicht selten ganz eben ist, oder war es das Meer selbst, wie die blaue Farbe anzudeuten schien, und wie seine Begleiter behaupteten? Der große Naturkundige vermochte es nicht zu unterscheiden, weil, wenn der Meereshorizont über 2 Grad entfernt liegt, die Masse des von dem Wasser reflectirten Lichtes so gering ist, daß durch den langen Weg bis zu dem Gipfel eines 15 000 Fuß hohen Berges der größere Theil durch Absorption in der Atmosphäre verloren geht. Dann erscheint als Grenze des Gesichtskreises nicht mehr die Luft selbst, auf einer Wasserlinie ruhend, sondern man sieht in das Leere, als wäre man in einem Luftball (zu welchem, nach Gay Lussac's Erfahrungen Schallwellen fast höher als schwaches, vom Horizont reflectirtes Erdenlicht gelangen).

Der Pichincha bietet unter der gedachten Gruppe von Vulkanen, obschon er einer der niedrigsten ist, noch besonderes Interesse dar, weil er eine von der eigentlichen Norm für die Vulkane bedeutend abweichende Gestalt hat. In Europa hatte derselbe lange Zeit hindurch einen ganz besonderen Heiligenschein (jetzt allerdings auch schon erloschen, weil die Namen, die ihn veranlaßten, außerhalb der Gelehrtenwelt beinahe vergessen sind); es hatten nämlich im Jahre 1742 La Condamine und Bouguer drei volle Wochen diesen Berg in einer Höhe, welche der des Gipfels des Montblanc fast gleich kam, bewohnt. Die Hütte, welche sie bei ihren Beobachtungen während der Nacht in Schutz nahm, lag 14 580 Fuß über der Meeresfläche.

Die an ihm zu bemerkende Besonderheit ist eine gänzlich von der Erstreckung der vulkanischen Cordillere abweichende Richtung seines Kraters, die Linie, welche man als Axe desselben betrachten muß, durchschneidet die Richtung, in welcher die ganze Bergkette liegt, zu der auch die mächtigen Schneeberge Iliniſſa, Corazon und Catocachi gehören, unter einem Winkel von mehr als 30 Graden, was allerdings etwas sehr Seltenes ist. Dazu kommen noch die vielen ganz offenen, sehr tiefen Spalten, welche von der Stadt Quito fast senkrecht auf die Bergkette, in der der Vulkan liegt, zulaufen, und welche Fortsetzungen der Krateröffnung zu sein scheinen. Mehrere von diesen Spalten laufen bis unter das Pflaster der Stadt, und man hört bei den fast allmonatlich eintretenden leichten Erdbeben ein schreckliches

unterirdisches Getöse, welches Denjenigen, der damit nicht vertraut ist, bei weitem mehr mit Furcht und Entsetzen erfüllt als das eigentliche Erzittern des Erdbodens, das überdies nicht einmal immer oder auch nur gewöhnlich mit diesem unterirdischen Brüllen verbunden ist. Zwei solche Spalten haben eine Breite von 40 Fuß. Zwischen diesen Schlünden, da, wo sie in der Nähe von Quito sich unter einem sehr spitzen Winkel vereinigen, liegt ein Kloster mit einem schönen Garten. Ueber ihre vereinigten Tiefen ist unfern der Kirche de la Merced eine Brücke geschlagen; noch näher an dem Mittelpunkt von Quito, dem Platze des heiligen Franciscus, werden sie ganz unsichtbar, da hohe Gebäude sie durch starke Ueberwölbungen verdecken. Mehrere der Spalten sind mit 80 Fuß, andere bei ebenso vielen Klaftern noch nicht ergründet worden. Mitunter haben sie auf ihren Strecken von mehreren hundert Fuß natürliche Ueberbrückungen, unter denen sie als Stollen unsichtbar fortlaufen.

Diesen Spalten (dort Guaycos genannt) schreibt der Volksglaube dem merkwürdigen Umstand zu, daß Quito, welches so massenhafte öffentliche Gebäude, so prächtige Kirchen, mit allem Pomp prahlerischer Architektur geschmückt, so viele steinerne Privatgebäude hat, verhältnißmäßig sehr wenig von Erdbeben leidet. Die tief in den Berg dringenden Spalten sollen nach ihrer Annahme den im Berge erzeugten elastischen Dämpfen den Ausgang gestatten und daher ihr gefährliches, Erschütterungen veranlassendes Anhäufen verhindern. Eine solche Ansicht hatten auch schon die alten Römer, welche deshalb tiefe und weite Brunnen als Schutzmittel gegen Erdbeben anzulegen empfahlen; auch der berühmte spanische Gelehrte Ulloa theilt diese Meinung, Humboldt dagegen nicht, so plausibel sie auch sonst ist.

Die Besorgnisse der Einwohner haben im Uebrigen ihren guten Grund: ihre Stadt liegt dem Krater des furchtbaren Vulkans so nahe, wie man niemals Dörfer zu bauen wagte; die ganze Entfernung von der Kirche de la Merced bis zu dem Krater beträgt $1^1/_4$ deutsche Meile.

Der ganze Berg hat vier Gipfel, von denen drei benannt sind. Am südlichsten liegt der Ruca Pichincha (der Vater), der den eigentlichen Krater des Vulkans enthält; weiter nördlich und zugleich östlich steht der Picacho de los Ladrillos, dessen Felsengestein so eigenthümlich gespalten ist, daß man es von fern für gigantisches Mauerwerk hält; der dritte Gipfel ist der Guagua Pichincha (d. i. das Kind des alten Vulkans), und der vierte Gipfel ist der nicht näher bezeichnete Kegelberg, von dem der von Humboldt so genannte Condorgipfel, ein langgestreckter Felsgrat, auf welchem die Condore in großen Schaaren zu sehen sind, ausläuft.

Diese eigenthümliche Gliederung macht aus dem Vulkan beinahe eine

Gebirgskette, und da, je nach dem Standpunkte des Beobachters, man die Rauch- und Dampfsäule aus diesem, von einer andern Seite aber aus jenem Gipfel aufsteigen zu sehen glaubt, so war es lange zweifelhaft, welcher von allen vier Bergen denn der eigentliche Vulkan ist. Die Indolenz der Einwohner ist demnächst so groß, daß Niemand es der Mühe werth hielt, dies zu untersuchen; ja, obschon der Jagd wegen der Berg vielfach betreten wird, so hatte doch weder La Condamine noch Humboldt einen Führer in unserm Sinne des Wortes, und die Leute, welche sich als des Weges kundig zu Führern aufwarfen und als solche tüchtig bezahlt werden mußten, überließen doch den Reisenden ganz allein die Auffindung des Weges, und so kam es denn, daß Humboldt den ersten Versuch fruchtlos aufgeben mußte und bei dem zweiten beinahe in das Feuermeer des Kraters gestürzt wäre.

Humboldt selbst erzählt dies folgendermaßen. „Als wir (er und ein einziger Eingeborner, alle übrigen waren feige zurückgeblieben) das nackte Gestein erreicht hatten und mühevoll, des Weges unkundig, auf schmalen Simsen und zapfenartigen Hervorragungen immer hoffnungsvoll emporklimmten, wurden wir in einen immer dichter werdenden, aber noch geruchlosen Dampf gehüllt. Die Gesteinplatten gewannen an Breite, das Ansteigen wurde minder steil, wir trafen zu unserer Freude nur einzelne Schneeflecke, sie hatten 10 bis 12 Fuß Länge und kaum 8 Zoll Dicke, wir fürchteten nichts so sehr als den halb gefrornen Schnee (welcher Spalten verdecken, seiner geringen Dicke wegen aber die Reisenden unmöglich tragen konnte); der Nebel erlaubte uns nur den Felsboden zu sehen, den wir betraten, kein ferner Gegenstand war sichtbar, wir wanderten in einem Gewölk. Ein stechender Geruch von schwefliger Säure verkündete uns nun zwar die Nähe des Kraters, aber wir ahnten nicht, daß wir gewissermaßen schon über demselben standen. Auf einem kleinen Schneefelde schritten wir langsam in nordwestlicher Richtung, der Indianer Aldas voran, ich hinter ihm etwas zur Linken. Wir sprachen keine Silbe mit einander, wie dies immer geschieht, wenn man durch lange Erfahrung des Bergsteigens auf schwierigen Pfaden kundig ist.

„Groß war meine Aufregung, als ich zufällig dicht vor uns auf einen Felsblock blickte, der frei in einer Kluft hing, und zugleich zwischen diesem und dem Rande der Schneedecke, die uns trug, in ungeheurer Tiefe ein Licht erschien wie eine kleine, sich fortbewegende Flamme. Gewaltsam zog ich den Indianer bei seinem Poncho rückwärts und zwang ihn, sich sofort mit mir auf den Boden niederzuwerfen; es war ein schneefreies Felsenstück von kaum 12 Fuß Länge und 7 bis 8 Fuß Breite. Der Indianer schien schnell zu errathen, was diese Vorsicht erheischt hatte. Wir

lagen nun beide ausgestreckt auf einer Steinplatte, die altanartig über dem Krater gewölbt schien; das furchtbar tiefe, schwarze Becken war vor unsern Augen ausgebreitet in schaudervoller Nähe. Ein Theil des hier senkrecht abgestürzten Schlundes war mit wirbelnden Dampfsäulen gefüllt. Gesichert über unsere Lage, fingen wir bald an zu untersuchen, wo wir uns befanden. Wir erkannten, daß die schneefreie Steinplatte, auf die wir uns geworfen, von der schneebedeckten Masse, über welche wir gekommen waren, durch eine kaum 2 Fuß breite Spalte getrennt wurde. Diese Spalte war aber nicht ganz bis zu ihrem Ende brückenartig mit gefrorenem Schnee bedeckt; eine Schneebrücke hatte uns, so lange wir in der Richtung der Spalte gingen, mehrere Schritte weit getragen. Das Licht welches wir zuerst durch einen Theil der Kluft zwischen der Schneedecke und dem freihängenden Felsblock gesehen, war nicht Täuschung, wir sahen es wieder an demselben Punkte und durch dieselbe Oeffnung auch noch bei einer dritten Besteigung. Es ist eine Region des Kraters, in welcher damals in dem dunkeln Abgrund kleine Flammen, vielleicht von brennendem Schwefelgase, am häufigsten aufloderten. Es gelang uns durch Klopfen mit einem Stein auf die Schneedecke die kleine Oeffnung zu erweitern. Es fiel eine beträchtliche Menge Eis und Schnee durch die Kluft hinab, ihre Dicke schien an der Stelle, wo wir klopften, wieder nur 8 Zoll; wo die Eisdecke uns getragen und uns vor dem Sturze gerettet, war sie gewiß dicker gewesen.

„Den chaotischen Anblick, welchen die Tiefe des Rucu Pichincha bietet, kann man nicht unternehmen mit Worten zu beschreiben," sagt Humboldt. „Es ist ein ovales Becken, das nach seiner größern Axe eine Viertelmeile mißt. Der östliche Kraterrand bietet zwei Seiten eines stumpfwinkligen Dreiecks dar, der gegenüberstehende Rand ist dagegen mehr gerundet, weit niedriger und gegen die Südseite hin fast thalförmig geöffnet. Man blickt von der hohen Zinne auf verglaste, zackige Gipfel von Bergen, welche sich von dem Boden des Kraters selbst erheben. Die Schätzungen der Tiefe sind durch die aufgeregte Phantasie sehr unsicher. Es war mir damals, als blickte ich von der Höhe des Kreuzes von Pichincha auf die Stadt Quito herab (eine halbe Meile in senkrechter Richtung), und doch ist der sichtbare Theil des Kraters vielleicht kaum 1500 Fuß tief.

„La Condamine glaubte 1742, also 82 Jahre nach dem letzten großen Ausbruch, den Krater ganz erloschen; wir dagegen sahen 60 Jahre nach La Condamine's Besteigung und 142 Jahre nach dem letzten Ausbruch die deutlichsten Spuren des Feuers; bläuliche Lichter bewegten sich hin und her in der Tiefe, und obgleich damals Ostwind herrschte, so empfanden wir doch am östlichen Kraterrande (also über Wind) den Geruch der schwef-

ligen Säure, welcher abwechselnd stärker und schwächer wurde. Der Punkt, auf dem ich mich befand, war nach einer später von mir angestellten Messung 14 930 Fuß über dem Meere. Rucu Pichincha reicht kaum 35 Toisen (210 Fuß) über die ewige Schneegrenze hinaus, und einige Mal habe ich ihn von Chillo aus völlig schneefrei gesehen."

Humboldt bestieg bald darauf den Vulkan zum dritten Male, und was diese Besteigung besonders interessant machte und die unausgesetzte Thätigkeit des unterirdischen Feuerherdes am besten charakterisirt, war der Umstand, daß der Fels, auf welchem der Beobachter stand, heftig durch Erdstöße erschüttert wurde; Humboldt zählte in 36 Minuten funfzehn Stöße. Dieses Erdbeben war übrigens allein dem Rande des Kraters angehörig, denn es wurde, wie der Aristoteles Preußens noch an demselben Abend erfuhr, in Quito nicht gespürt.

Der große Gelehrte hat uns auch noch eine in der Revue indépendante und eine andere in den Comptes rendus des Séances de l'Institut vergrabene und für die deutsche Lesewelt beinahe verlorene Arbeit wiedergegeben, und das deutsche gebildete Publikum muß dem berühmten Manne, der es nicht verschmähte, ein fremdes Werk zu excerpiren, weil es ihm wichtig genug erschien, so dankbar dafür sein, als wären es seine eigenen Forschungen. Es betrifft die nähere Kunde von der Untersuchung des innern Kraters des Pichincha, welche die Herren Sebastian Wisse und Garcia Moreno am 15. Januar und 13. August des Jahres 1845 unternahmen. Humboldt hat die Uebersetzung der brieflichen Berichte in den ersten Band seiner kleineren Schriften vom Jahre 1853 aufgenommen; wir geben hier nur die Erzählung von der zweiten Besteigung.

Die Reisenden gelangten am 13. August 1845 zu Pferde höher als bei der im Januar unternommenen Besteigung, wollten den Krater auf jenem Wege zu besuchen ermöglichen, den Bouguer und La Condamine einzuschlagen gedachten, um vielleicht auf ebener Bahn, ohne Auf- und Absteigen zu dem Feuerherde zu gelangen; sie gaben jedoch bald ihre Absicht auf, und Sebastian Wisse stieg am östlichen Kraterrande von dem Gipfel hinab, begleitet von einem einzigen Indianer. Es ergab sich bei der ersten Besteigung, daß der Vulkan zwei verschiedene, durch einen Damm gesonderte Krater hatte. Er langte um $2^1/_2$ Uhr auf der Sohle des östlichen Kraters an, wohin ihm Garcia Moreno mit seinen Begleitern um $4^1/_2$ Uhr folgte, nachdem er einen andern Weg vergeblich gesucht und als zu gefahrvoll aufgegeben hatte. Der östliche Krater hat in einer Tiefe von 1000 Fuß unter dem Gipfel ein Gießbachbette, welches, außer während des Regens, ganz trocken ist; daselbst fanden die Reisenden einen mächtigen überhängenden Felsen, den sie sich zu ihrem Nachtlager ersahen; sie be-

deckten den Boden mit Moos und Kräutern und verschliefen, in ihre Ponchos gehüllt, eine Nacht in dem Vulkan bei einer Temperatur, welche 2 Grad unter Null erreichte. Am 14. August beschäftigten sie sich nur mit der vollständigen Aufnahme eines Flußbettes in diesem östlichen Krater und brachten die Nacht abermals unter demselben Felsen zu. Am 15. überstiegen sie einen Felsendamm, welcher die beiden Krater von einander trennt, und brauchten volle 2 Stunden, um von seinem niedrigsten Punkte in den westlichen Krater hinabzusteigen, wiewohl der Höhenunterschied nicht mehr als 1280 Fuß betrug. Längs der Ränder des Schlundes benutzten sie eine fast horizontal rund um denselben laufende schmale Ebene zu ihren Winkelmessungen, wobei Wisse von einem eigenthümlichen Schwindelgefühl befallen wurde, welches er sich durchaus nicht und um so weniger zu erklären wußte, als die Andern dasselbe nicht theilten. Ein Erdbeben konnte die Ursache nicht sein, weil seine Begleiter nichts davon wahrnahmen, die schädlichen Gasarten ebenso wenig, weil Wisse über den offenen Spalten und Fumarolen viel mehr von diesen Gasarten ohne Beschwerde einathmete.

Der Kessel, welchen der westliche Krater bildet, ist kreisrund, und seine Abhänge sind so ungemein steil, daß sie überall Böschungen von 50 bis 70 Grad bilden. Der Boden des Kessels wird von den zwei bereits erwähnten, meist trocken liegenden Betten der Gießbäche durchschnitten, welche der periodische Regen gefurcht hat. Der ziemlich runde Auswurfskegel steht zwischen diesen beiden Betten und bei Regenzeit auf einer Halbinsel. Er ist ungefähr 250 Fuß hoch und hat einen Durchmesser von 1380 Fuß, ist jedoch durchaus nicht regelmäßig gestaltet, und mächtige Felsblöcke sowohl als starke Seitenaushöhlungen zeigen deutlich seine fortwährende Thätigkeit an. Der östliche Theil ist mit fruchtbarer Erde bedeckt und „nährt viele Kräuter, schilfartige Gräser und ein üppig treibendes Gewächs mit Ananasblättern, das man hier Achupaya nennt.“ Es ist dies wirklich eine Pflanze aus der Familie der Bromelien, von denen die Bromelia ananas eine Spezies ist.

Der Grund, daß in diesem furchtbaren Schlunde eines thätigen Vulkans eine solche Vegetation gefunden wird, liegt darin, daß die Auswürflinge des Kraters nicht ganz senkrecht emporsteigen, sondern eine Neigung nach Westen haben, daher auf jenen östlichen Theil, den die Vegetation schmückt, keine Schlacken, Rapilli ꝛc. niederfallen, weshalb man dort auch nicht einmal Reste früherer Eruptionen findet, mit denen sonst Alles chaotisch bedeckt ist. Die erloschenen wie die noch brennenden Oeffnungen liegen alle an diesem Eruptionskegel und sind meistens in ziemlich runden Gruppen von 75—80 Fuß Durchmesser vereinigt. „Am östlichen Fuß des

Kessels liegt eine kesselförmige Einsenkung, welche etwa 150 Fuß Durchmesser und 60—70 Fuß Tiefe hat. In diesem Kessel zählten wir drei Gruppen Dampföffnungen, von denen die centrale unthätig, die beiden am Rande entzündet waren; es sind die einzigen, welche man von dem hohen östlichen Kraterrande aus unterscheidet" (d. h. bei heiterer, nebelfreier Luft). Lange Spalten sieht man fortwährend Dämpfe ausstoßen, und sonderbar genug öffnet sich auch mitten in der von üppiger Vegetation geschmückten Stelle des Auswurfskegels eine starke Gasquelle, und die Kräuter gedeihen in drei Fuß Entfernung von derselben auf das prächtigste. Auf der äußersten Höhe des Auswurfskegels befindet sich die größte brennende Fumarolengruppe, in welcher man gegen 40 Schlünde zählen kann, die eine Vertiefung von 280 Fuß Durchmesser und 66 Fuß Tiefe bilden, welches der eigentliche Krater des Auswurfskegels ist. Dort gewahrt man ein imposantes Bild der vulkanischen Kraftäußerung in mächtigen, 12 Fuß nach jeder Richtung messenden Felsblöcken, welche frei auf einander gethürmt sind, und zwischen denen sich Höhlen gebildet haben, deren gewaltige Hitze die Annäherung verbietet. In denselben Spaltöffnungen, aus denen die Reisenden bei der ersten Expedition mit bloßer Hand die schönsten Schwefelkrystalle hervorgezogen, herrscht jetzt eine Hitze von 37 Grad Celsius. Die aus den Fumarolen ausbrechenden Dämpfe machen ein Geräusch von einer solchen tobenden und brausenden Art, daß man dasselbe nur mit dem Schnauben vieler Lokomotiven, welche gleichzeitig auf einem Bahnhof ihre überflüssigen Dämpfe durch die Ventile entlassen, vergleichen kann.

Die Felsspalten und Zwischenräume des Gerölles sind mit schönen spießigen Schwefelkrystallen besetzt, welche sich durch Sublimation an die inneren Wände ansetzen, wenn die gasartige Ausströmung mit der kälteren Atmosphäre in Berührung tritt.

Um einige der Fumarolen her ist der Boden so locker, daß er wie aus Staub aufgeschüttet erscheint und man sich denselben kaum bis auf 12—15 Fuß nähern darf, ohne Gefahr zu laufen, darin einzusinken und verschüttet zu werden. Die Bestandtheile erscheinen als eine feine, thonartige Erde, innig mit pulverartigem Schwefel gemengt.

Die Spaltöffnungen um die Fumarolen haben eine sehr hohe Temperatur; sie erstreckt sich jedoch durch das schlecht die Wärme leitende Gestein nicht weit, und der größte Theil des Kraterbodens unterscheidet sich in seiner Wärme von der Atmosphäre sehr wenig.

Die Reisenden wollten, nachdem sie mit ihren Untersuchungen fertig waren, den westlichen Krater verlassen, um ihr altes Nachtlager zum dritten Male aufzusuchen; allein sie verfehlten den Weg, da es stark zu nebeln

begann und sie kaum 10 Schritte weit sehen konnten. Garcia Moreno hatte mit einem Indianer sich dem Kraterrande sehr genähert, um einen besseren Weg zu suchen, als plötzlich aus größter Höhe mehrere Felsstücke sich lösten und unter furchtbarem Krachen und Rasseln herniederstürzten, dicht über ihren Köpfen hinwegsausend.

Durchnäßt und mit kleinen Wunden bedeckt, gelangten Alle doch wohlbehalten in den östlichen Krater, woselbst sie, zu sehr erschöpft, um noch den Fels hinaufzuklimmen, ohne Lebensmittel und nur mit einigem Eise versehen, das sie stückweise in den Mund nahmen, um die innere Hitze und Aufregung zu dämpfen, unter ihrem alten Felsen, welcher sie jedoch nicht gegen den Regen schützte, die Nacht zubrachten.

Gegen Anbruch des Tages fingen sie, erstarrt von Kälte und nicht erquickt durch den Schlaf in höchst ungewohnter Stellung (sitzend nach Art der Indianer, mit dem Kopf zwischen den Knieen), an, die Kraterwand zu erklettern, und erst nach dreistündiger erschöpfender Mühe gelang es ihnen, den oberen Kraterrand zu erreichen.

Die Resultate, welche sie aus jener ersten und dieser ein halbes Jahr später wiederholten Besteigung des furchtbaren Schlundes gewannen, waren von großer Wichtigkeit. Man erkannte jetzt erst die Verhältnisse desselben und die ungeheure Ausdehnung, welche der Krater einnimmt, und die zum Theil durch Humboldt's (beinahe ein halbes Jahrhundert früher vorgenommene) Besteigung bereits ermittelt, jetzt jedoch erst in ihrem ganzen Umfange bekannt wurden. Der Thalboden des westlichen, entzündeten Kraters hat einen Durchmesser von 2154 Fuß; der obere Durchmesser des ganzen Doppelkraters beträgt 4614 Fuß. „Die inneren Wände des Schlundes mit ihren schwarzen, thurmähnlichen Felsen, das Halblicht, welches im Innern herrscht, wo die Sonnenstrahlen nur von 9—3 Uhr eindringen, die Dampfsäulen, welche aufsteigen, die schauderhafte Tiefe von 2300 Fuß gaben dem Ganzen einen sehr imposanten Naturcharakter."

Humboldt, welcher die Tiefe, um nicht zu übertreiben, zu 1500 Fuß schätzte, sagt, er habe sich nie auf Erden in einer Lage befunden, in welcher er, wie damals, aus 2300 Fuß (d. h. mehr als fünfmal so hoch als der Straßburger Münster) senkrechter Erhebung auf die Erde hätte hinabschauen können.

Sebastian Wisse glaubt, daß der östliche Theil des Kraters der viel ältere und daß er jetzt so ziemlich erloschen sei, der Eruptionskegel in der Tiefe desselben — den der östliche Krater ohne Zweifel ebenso gut gehabt hat, als der westliche denselben noch zeigt — ist völlig verschwunden, wahrscheinlich unter den Massen vergraben, welche der westliche Krater ausgeworfen. Die Bedeckung mit Sand oder Bimsstein geht so weit, daß

die vulkanischen Felsmassen, welche diesen Krater so gut wie jeden andern bilden, durchaus nirgends mehr zu sehen sind.

Der Bimsstein ist ein Erzeugniß der letzten großen Eruption des Vulkans; wenn dem nicht so wäre, so würde man denselben nicht bloß auf der Oberfläche finden. Von der eigentlichen Felspyramide des Gipfels abwärts sind die unteren Seiten des Gebirges mit Vegetation bedeckt, und die Oberfläche des Bodens besteht aus Erde, Sand und sehr zerkleinertem Bimssteingerölle. Es sind also die Stoffe, welche der Vulkan in Epochen hervorgebracht, die dem Ausbruch des Bimssteins vorhergingen, unter dem zerstörenden Einflusse der Atmosphäre verschwunden; doch müssen die Erschütterungen, unter denen die jetzigen beiden Krater entstanden, furchtbar gewesen sein, und aus den Tiefen der Erde sind damals gewiß Steinmassen in weite Fernen geschleudert worden. Die Tradition würde das Andenken solcher Begebenheiten erhalten haben, wenn Menschen Zeuge davon gewesen wären, wenn dieser Theil der Andeskette schon bewohnt gewesen wäre. Der älteste Ausbruch, dessen die Geschichte gedenkt, ist der vom Jahre 1534. Als der durch seine Kriegsthaten berühmte Conquistador Pedro de Alvarado in dem eben genannten Jahre das ungeheure Wagestück ausführte, von der Südsee aus mit seiner Reiterei durch die dichten, noch nie von eines Menschen Fuß betretenen Urwälder nach der Hochebene der Andes hinaufzusteigen, wurden die Spanier durch einen Aschenregen erschreckt, welchen der Pichincha auswarf. Schon in 80 Leguas wurden sie davon erreicht, und der Vulkan warf gewaltig viel Feuer aus, und sein Donner erschütterte die Luft in weiten Umkreisen. Die Landesgeschichte des Inkareiches, dem keine solche Mittel zur Aufzeichnung zu Gebote standen, wie uns oder den Griechen und Römern, nämlich eine ausgebildete Schriftsprache, meldet nichts von Ausbrüchen des Vulkans vor der Eroberung von Peru durch die Spanier. Wie alt mögen nun die Ausbrüche sein, welche jene Bimssteinschicht hervorbrachten, die unter dem Straßenpflaster von Quito und unter einer compacten Lettenschicht von 15 Fuß Mächtigkeit erstreckt liegt? Alle Ausbrüche, welche nach dem Jahre 1534 stattfanden, und deren noch vier in demselben Jahrhundert in kurzen Zeiträumen auf einander folgten, hatten, sowie der letzte vom Jahre 1660, nur Aschenregen, nicht Bimsstein in ihrem Gefolge, obschon auch jene gefährlich genug waren, auf viele Quadratmeilen die Viehweiden zerstörten und die Stadt selbst in große Furcht setzten, verschüttet zu werden. Von diesem ältesten bekannten Ausbruch oder von einem der anderen unter spanischer Herrschaft vorgekommenen können die in der Ebene von Quito häufig liegenden Blöcke von 800 und mehr Kubikfuß räumlichen Inhalts unmöglich herrühren, so viel auch darüber gefabelt wird, wollte man auch

die Kraft, welche dazu gehört, nicht in Zweifel ziehen, so fehlt dem Geschütze, nämlich dem Vulkan, doch die Weite der Mündung, um das Geschoß in solche Fernen zu schleudern; hierzu müßten sie unter einem Winkel von 45 Grad geflogen sein; einen solchen läßt der ungemein steile Krater gar nicht zu. —

Wir werden bei den übrigen Vulkanen dieser Gegend weniger ausführlich sein, theils weil sie weniger genau untersucht worden, theils weil es genügt, einen derselben speziell kennen gelernt zu haben, da die übrigen alle mehr oder minder einander ähnlich sind.

Von dem Cayambe-Urcu, dem Nevado de Corazon und dem Chimborazo weiß man kaum, ob sie Vulkane sind; der erstgenannte, 18 100 Fuß hoch, hat allerdings in seinem abgestumpften Kegel die größte Aehnlichkeit mit einem Eruptionskrater und vorzugsweise mit dem Vulkan de Tolima; allein man hat ihn doch noch nicht Feuer oder Rauch auswerfen sehen. Merkwürdig ist dieser Berg auch dadurch, daß er der einzige ist, welcher mit seiner Spitze genau unter dem Aequator liegt.

Der Corazon hatte früher einen gewissen Ruf dadurch erhalten, daß La Condamine und Bouguer ihn bestiegen (14 820 Fuß hoch) und sich rühmten, das Barometer niedriger gesehen zu haben als je ein Mensch vor ihnen. Dieser Ruhm ist längst verdunkelt durch Humboldt, welcher am Chimborazo mit Bonpland und Charles Montufar einen Punkt erreichte, der 3270 Fuß höher liegt als der Gipfel des Corazon, und durch die Gebrüder Schlagintweit, die in Asien sogar bis zu einem weit höheren Punkte gelangten.

Der Chimborazo, 20 100 Fuß hoch, kann höchstens als ein nicht zum Ausbruch gekommener Vulkan betrachtet werden; er ist domartig, wahrscheinlich durch inneres Feuer gehoben, hat jedoch keine Krater, dagegen ist der auf seinem Fuße aufgelagerte Carguairazo geöffnet. In der Nacht vom 19. Juli 1698 stürzte unter einem furchtbaren Erdbeben, welches die Gegend von Llactacunga und Hambato verwüstete, der Gipfel dieses Berges ein, und die ganze Hochebene wurde mit einem Auswurf von feuchter Erde und Bimssteinasche bedeckt, viele Tausend Menschen fanden dabei den Tod. Der Carguairazo mißt 14 700 Fuß. Arago glaubt, der Ausbruch sei dadurch entstanden, daß die Spitze des Berges in sich eingebrochen, in den mit Wasser gefüllten Berg gefallen und so ein Ueberlaufen desselben veranlaßt sei, welches jene Verheerungen gebracht. Der Verfasser glaubt, daß dies ein sehr thörichter Glaube sei, und daß ein so kleines Ereigniß unmöglich die Verwüstung so vieler Hundert Quadratmeilen nach sich ziehen könne.

Der Vulkan Capac-Urcu (von den Spaniern Cerro el Altar genannt) hat einen enorm weit geöffneten, doch äußerlich nicht sichtbaren Krater, und

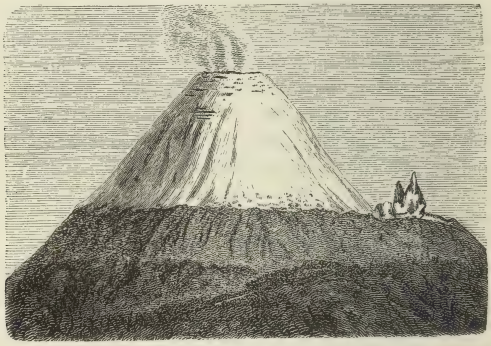
bestiegen ist er nicht so weit, um in diesen hinabsehen zu können, denn er mißt 16 400 Fuß und reicht mehr als 2000 Fuß aus der unteren Schneegrenze hervor. Die Mittel aber, diese zu überschreiten, sind dort nicht so zu finden wie bei uns, wo man 6000 Fuß über die Schneegrenze gelangt ist. Die Leute jener Gegend behaupten, der Berg sei einst viel höher gewesen als der Chimborazo; er habe jedoch acht Jahre hinter einander getobt und furchtbare Auswürfe gehabt, bis endlich sein Gipfel zusammengestürzt sei und diese Katastrophe ihm die jetzige Gestalt gegeben habe. Die äußere Ansicht bestätigt diese Mythe; die Ränder des Kraters sind gezackt wie eine crenelirte Mauer, und drei Hervorragungen von so kühnen Umrissen, daß sie nur durch die gewaltsamsten Erschütterungen hervorgebracht sein können, krönen den Schlund und überragen ihn um mehrere Tausend Fuß. Wenn man von Neu-Riobamba hinaufsieht, so gewahrt man rechts und links zwei ungeheure, nach innen zu um mehrere Hundert Fuß überhängende Hörner, welche, für sich allein auf einer Ebene stehend, mächtige Berge sein würden; es sind sichtbar die Ränder des hoch emporgetriebenen Erhebungskraters (feste unverwüstliche Felsmassen von innigstem Zusammenhange, denn sie haben sich seit Jahrhunderten in ihren Umrissen gar nicht geändert), unter denen die früheren Stützen abgebrochen sind, und die nun weit überhängen wie mächtige, im Fallen begriffene Obelisken. Zwischen diesen Nadeln ist von Riobamba aus sichtbar der Gegenstand, welcher dem Berge den spanischen Namen gegeben hat, eine tischartige Felsplatte von kolossalen Dimensionen, wie die beiderseits emporsteigenden Hörner sind: sie soll Aehnlichkeit mit einem Altar haben.

Man hat aus den Angaben der Tradition herausgerechnet, daß der Ausbruch, welcher den Cerro el Altar so gestaltete, in die letzten Decennien des funfzehnten Jahrhunderts gefallen sein müsse. Die Ausbrüche waren so verheerend, daß die ganze, sonst bevölkerte und bebaute Ebene durch ihre Ueberdeckung mit Bimsstein (Glassplitter und Schaum) unfruchtbar geworden ist. Der alte Name des Berges, Capac-Urcu, Fürst der Berge oder der große oder vorzügliche Berg, scheint die Angaben der Tradition, er sei der höchste gewesen, zu bestätigen, und wenn man die reinen Linien seiner Kegelform an der Schneegrenze einige Tausend Fuß aufwärts verfolgt und von da ab, wo sie durch den Einsturz verändert worden sind, in Gedanken weiterführt, so treffen sie allerdings in einer Höhe zusammen, welche jene des Chimborazo weit übertrifft, und es scheint alsdann, als habe er beinahe ein Drittheil seiner relativen Höhe (d. h. seiner Erhebung aus der Ebene) verloren.

Jetzt weiß man und sieht man, daß er niedriger ist als der Chimborazo, und schon zur Zeit La Condamine's wußten die Eingeborenen dies

und gaben diesen letzteren als den höchsten der Nevados (Schneeberge) an. Sie hatten allerdings keine Meßinstrumente, noch auch hatten sie ihn besteigen können; allein sie sahen die vollkommen horizontal verlaufende und sich immer gleich bleibende Schneegrenze, und sahen, daß von allen Bergen er am höchsten über dieser Linie stand, zu welcher Vergleichung der bloße Anblick genügte.

Der Cotopaxi mißt 17 712 Fuß und ist von allen Bergen der Andeskette der schönste, seine Kegelform die regelmäßigste; sie fällt so sehr auf, daß die Spanier sagen, er sehe aus, als ob er auf einer Drehbank abgedreht worden wäre, wie die nachstehende Figur deutlich zeigt.



Der Gipfel des Cotopaxi.

Man sieht auf einer Seite derselben, gerade an der Schneegrenze, eine Felsmasse sich etwa 1000 Fuß erheben, ein spitzer Berg auf einer dicht unter der Schneegrenze hervorspringenden Platte des größern Berges. Das Volk nennt diesen kleinen Berg den Kopf des Inka, und die Sage ist allgemein verbreitet, daß er die Spitze des gegenwärtig gerade abgeschnittenen Kegels gebildet habe, bis an dem Tage, an welchem der Inka Atahualpec in Caxamarca durch die Spanier strangulirt worden, der bis dahin verschlossene Berg sich unter gewaltigen Convulsionen des Landes umher geöffnet, zum Vulkan geworden sei und seine Spitze abgeworfen habe.

Der gewaltige Vulkan ist durch Bouguer und La Condamine während eines seiner furchtbarsten Ausbrüche beobachtet worden; es geschah im Jahre 1742, als sie gerade in seiner Nachbarschaft die Gradmessung unter dem Aequator vornahmen, welche zur Bestimmung der Gestalt der Erde von der französischen Akademie angeordnet worden war. Der Vulkan stieß eine

Flammensäule von 5000 Fuß Höhe aus, und der Bergkegel ward von innen her dergestalt erhitzt, daß der seit Jahrhunderten daselbst aufgehäufte Schnee bis auf die letzte Spur hinwegschmolz. Das Schneewasser, mit der Asche und den übrigen vulkanischen Auswürflingen zu einem schwarzen, Verderben bringenden Schlamme gemischt, stürzte den Bergabhang in breiten Strömen hernieder, wobei sich Wellen von 60 bis 100 Fuß Höhe gebildet haben sollen. Mag dies auch übertrieben sein, so ist es doch unzweifelhaft, daß die Beschleunigung der Gewässer durch ihren Fall von einer Höhe von 9000 Fuß herab (so hoch ist der Berg über der Ebene von Quito) so groß war, daß sie in den überfüllten Strombetten selbst noch in 4 Meilen Entfernung von dem Vulkan eine Geschwindigkeit von 40—50 Fuß in der Sekunde hatten, d. h. mit der Geschwindigkeit des Luftstromes, den man Sturm nennt, dahinbrausten. Viele Tausend Häuser wurden hinweggerissen, von etwa 1800 Menschen weiß man mit Gewißheit, daß sie ein Raub der Wellen geworden, große Strecken fruchtbaren, bebauten oder bewaldeten Landes wurden von dem kochenden Schlamme bedeckt und ihrer Vegetation beraubt. Das Treiben dieses Vulkans dauerte drei Jahre, bevor derselbe endlich am Ende des Jahres 1744 sich beruhigte. Wir haben vorhin bei Betrachtung des Pichincha von den Blöcken gesprochen, welche, in der Ebene zerstreut, dem eben genannten Vulkan zugeschrieben werden, und die Zweifel, welche Humboldt und Wisse darüber haben, angeführt; die beiden französischen Akademiker aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts waren nicht so ängstlich; sie schrieben, nach den Mittheilungen der indianischen Tradition gehend, die Blöcke, welche sie in drei Meilen Entfernung von dem Fuße des Vulkans fanden, und welche 3000 bis 4000 Kubikfuß Inhalt hatten und nach La Condamine's Ausdruck viel größer waren als eine indische Hütte, unbedenklich dem Ausbruch des Pichincha vom Jahre 1534 zu und glaubten ihre Ansicht durch die Behauptung zu stützen, daß die Blöcke in auf den Vulkan als Centrum einer großen Kreisfläche gerichteten Radien liegen, ein Beweis, der an Kraft ungemein verliert, wenn man erfährt, daß die Angabe eine überhaupt unrichtige ist.

Der Antisana, welcher dem Pichincha auf der Hochebene von Quito gegenüberliegt, hat eine Höhe von 18 000 Fuß, schlummert seit beinahe 300 Jahren und ist der einzige, an welchen man Lava wahrgenommen hat; die sämmtlichen hohen Vulkane von Südamerika scheinen, trotz ihrer ungeheuren Gewalt, doch keine geschmolzenen Gesteinmassen über ihren Scheitel zu erheben, wie die niederen Vulkane dies sämmtlich thun. Daß die Höhe hieran allein schuld sei, unterliegt keinem Zweifel, und ein paar Zahlen werden dies beweisen. Der Druck einer Atmosphäre von 10 oder vielmehr 20—30 Meilen Höhe, wie man aus den neuesten Beobachtungen

der Sternschnuppen berechnet hat (vergl. Zimmermann, Erdball I), auf einen Quadratzoll ist gleich dem einer Wassersäule von 32 Fuß oder einer Queckſilbersäule von 28 Zoll, d. h. etwa 15 Pfund auf den Quadratzoll. Soll etwas durch Dämpfe gehoben werden, so müſſen dieſe eine Spannung haben, welche den Druck überwiegen kann, den die zu hebende Substanz ausübt. Wenn wir nun den jetzigen Vulkanismus nicht anders betrachten können, denn als eine Wirkung gespannter Dämpfe auf die verschließenden Substanzen (Lava, Asche, Gestein), so handelt sich's nur darum, zu fragen: wie schwer sind die zu hebenden Substanzen? Lava ist in der Regel nahezu dreimal so schwer als Wasser; eine Säule von 10 Fuß wird mithin dem Drucke einer Atmosphäre gleich zu schätzen sein. Kommt nun die geschmolzene Lava aus einer Tiefe von einer Meile, und soll sie auch noch 16 000 Fuß über das Niveau des Meeres gehoben werden, so müßte die Spannung der Dämpfe im Innern der Vulkane 4000 Atmosphären gleichkommen, etwas, das wohl nicht denkbar ist, vorzugsweise weil bei diesem Druck die Erdrinde von einer Meile Dicke leichter nachgeben wird, als die geschmolzene Masse zu doppelten Höhe steigt.

Von dem wichtigen Vulkangürtel, welcher die Reiche Peru und Chile durchzieht, fehlt uns noch eine eingehendere Kenntniß. In Ober-Peru und Bolivia sehen wir auf einer Strecke von 85 Meilen funfzehn hohe Vulkane, von denen der Sahama 21 358 Fuß mißt und der höchste ist; der Gualatieri ist 20 592, der Arequipa über 17 000 Fuß hoch. Der nördlichste der Vulkane heißt Chuquibamba, der südlichste Atacama. In Chile zählt man nach den neuesten Angaben auf einer Strecke von über 200 Meilen 33 Vulkane, von denen die meisten noch in Thätigkeit sind, so: Aconcagua, welcher der höchste ist (21 024 Fuß), Bancagua, Peteroa, Chilan, Antuco, Cara, der fortwährend rauchende Vulkan von Villarica, der Osſorno, Quechucabi, Minchinmadom, Corcobado, Yanteles; mehrere andere scheinen nicht mehr in Thätigkeit zu sein, wie z. B. der Tupungato (obwohl man dies eigentlich von keinem Vulkan sagen, sondern nur angeben sollte, wie lange er geschwiegen hat, da er seine Thätigkeit jeden Augenblick wieder aufnehmen kann, wovon der Vesuv zu Plinius' Zeiten eines der entsetzlichsten Beispiele gab). Diese nicht in Thätigkeit befindlichen chilenischen Vulkane sind meistens nach nahe belegenen Städten genannt, so der von Mendoza, San Jago, Valparaiso, Concepcion und Valdivia; mehr im Innern des Landes liegen noch der Punmahuidda und der Unalevquen. Auf der Feuerlandsinsel liegen ferner drei nicht thätige: der Bunland, der Sarmiento und der Clement.

Wirft man einen Blick auf die Karte von Amerika, so erstaunt man, in einer so großen, ganz in die ungeheure Gebirgslinie eingeschalteten

Reihe von Vulkanen, gerade zwischen drei Hauptgruppen derselben, zwischen denen von Quito und Bolivia, so wie zwischen denen von Bolivia und Chile, große Lücken zu finden, davon die dem Aequator nähere eine Breite von 14 Meridiangraden oder von 210 geographischen Meilen, die andere aber eine Breite von 10 solchen Graden oder 150 Meilen hat. Man kann diese Stellen als die unglücklicheren bezeichnen; denn dort sind die Erdbeben am stärksten und häufigsten, und man hat vielfältige Beweise von der furchtbaren unterirdischen Thätigkeit, welche keine Ableitung durch die Vulkane findet. Einen Beweis dieser Art liefern die Spalten, welche in Folge solcher Erderschütterungen plötzlich entstehen und die Communication hindern, indem sie sehr oft Wege oder gangbare Straßen quer durchsetzen, da man denn Brücken baut, um die von einander getrennten Gegenden wieder mit einander zu verbinden. Alle diejenigen, über welche Brücken geschlagen sind, entstanden seit der Anwesenheit der Spanier in Amerika; denn dieselben haben jederzeit die von den Eingeborenen gebahnten Wege benutzt, auf denen bis dahin keine Brücken nöthig waren, bis ein solches Erdbeben sie nöthig machte. Das Erdbeben, welches im Jahre 1746 Lima zerstörte, öffnete auch einen solchen Riß, der, von ungeheurer Tiefe und bei einer Länge von einer vollen Meile und $6\frac{1}{2}$ Fuß Breite, nichts als ein wirklicher, senkrechter Spalt des vordem zusammenhängenden Felsens war. Daß dergleichen Ereignisse so furchtbare Detonationen geben, daß man dafür in dem Gewitter und Kanonendonner keinen Vergleich findet, ist sehr begreiflich.

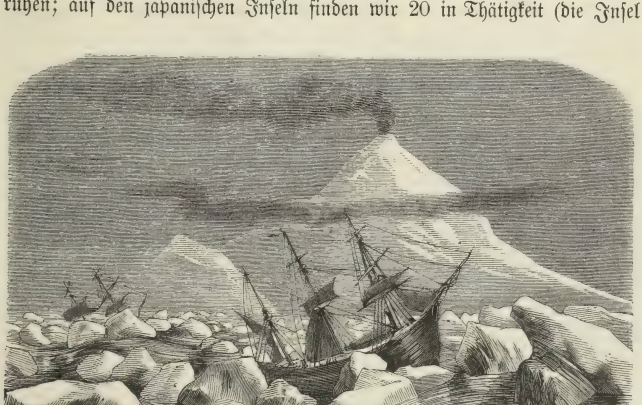
Die Vulkane in Asien sind uns viel weniger bekannt als die in Amerika. Der Elbrus im Kaukasus ist noch jetzt nicht entschieden als ein solcher zu bezeichnen, wenigstens hat während der langen Zeit, seitdem die Russen von dem Kaukasus Besitz ergriffen haben, derselbe sich noch nicht thätig gezeigt; die Form allerdings spricht dafür, daß er ein Vulkan sei, aber eben dieser spitzen Kegelform wegen hat er nicht erstiegen werden können. Dagegen ist der Ararat im armenischen Hochland sicherlich ein Vulkan, wie nicht nur die Nachrichten aus früherer Zeit und seine Natur, sondern auch ein Ausbruch im Jahre 1840, nachdem er mehrere Jahrhunderte geruht hatte, beweist. Jener Ausbruch war von einem starken Erdbeben begleitet, allein eigentliche Feuererscheinungen wurden nicht wahrgenommen, sondern neben andern Auswürflingen Schlammmassen und Gase. Ebenso ist der Demavend, südlich vom Kaspischen See, unzweifelhaft ein Vulkan. Nahe am Ufer dieses Sees finden sich auch die berühmten Feuerquellen von Baku, welche ehemals ein Gegenstand göttlicher Verehrung waren und jetzt zweckmäßiger zum Ziegelbrennen und Salzsieden gebraucht werden. An der Nordostgrenze von China befindet sich ein Vulkan, Pe-

Schan, und in derselben Gruppe der tatarischen Gebirge auch die starken Solfataren von Turfan, der Feuerberg von Urumtei und eine große Menge heißer Quellen, Schwefelquellen u. s. w., welche den Vulkanismus der Gegend bekunden. China ist sehr reich an vulkanischen Erscheinungen. Die Feuerberge und Feuerquellen spielen sogar eine große Rolle in dem technischen Haushalte der Chinesen, weil sie die sich entwickelnden, brennbaren Gasarten zu Fabrikanlagen benutzen. Drei Feuerberge liegen nahe bei Peking: der Tha-Thung-Ho, der Ho-Kiu-Hian und der Lin-Hian, mehr südlich liegen der Fu-Schan und Tsching-Ha-Schan, dazwischen eine große Menge Feuerquellen; es ist die vulkanische Schwefel- und Salzprovinz des chinesischen Reiches.

Auf dem Festlande von Asien sind gegenwärtig nicht mehr Vulkane bekannt als die hier genannten, dagegen ist die Halbinsel Kamtschatka und die kurilische, die japanische Inselreihe, so wie die ganze Masse von Inselgruppen, welche Asien mit Neuholland verbinden und dasselbe nördlich und östlich bis Neuseeland umringen, mit Vulkanen besäet. Auf Neuseeland selbst beobachtete Dr. von Hochstetter, der berühmte Geologe, welcher die österreichische Fregatte Novara auf ihrer Erdumsegelung begleitete, in der Nähe der Stadt Auckland eine der interessantesten vulkanischen Erscheinungen. Nach den Karten und Plänen, welche er davon aufnahm, scheinen sich auf einer Fläche von ungefähr zwanzig Meilen im Durchmesser mehr als sechzig Tuffkrater in Folge von Ausbrüchen mitten durch die horizontalen Schichten der Tertiärformation gebildet zu haben. Aus jedem dieser kleinen Vulkane floß ein ihm eigenthümlicher Lavastrom. Das Innere dieser Krater, welche große Aehnlichkeit mit denen auf den phlegräischen Feldern in der Nähe des Vesuvs haben, verhüllt gewöhnlich ein See, bald mit Wasser, bald ausgetrocknet. Einzelne dieser Seebecken tragen in ihrer Mitte noch einen zweiten Kegel, der gleichfalls einen Krater hat. Die Tuffschichten, welche die Außenseiten der Krater bedecken, streichen, wie gewöhnlich, nach jeder Richtung hin. Wie der Augenschein deutlich zeigt, sind sie größtentheils zu verschiedenen Zeiten durch untermeerische Eruptionen gebildet worden, ebenso wie die der phlegräischen Felder, und seit dem Beginn der vulkanischen Thätigkeit zeigt sich deutlich ein Steigen des ganzen Terrains, welches vielleicht noch jetzt anhält. Dieses vulkanische Phänomen ist deshalb so außerordentlich wichtig, weil es einen schlagenden Beweis dafür liefert, daß sich alle diese Krater mittelst Eruption, kein einziger durch Erebung bildete, also einen trefflichen Beweis gegen die oben erwähnte Buch'sche Theorie.

Diese ungeheure Vulkankette Asiens steht nach Süden noch mit denen auf dem Südpolarlande und nach Norden und Osten mit denen der

aleutischen Inseln in Verbindung. Sie alle namentlich anzuführen, würde von zu geringem Interesse sein; wir wollen daher nur die Zahl derselben angeben. Es sind davon nach den neuesten Angaben auf den Aleuten 48 meist in Thätigkeit; auf Kamtschatka ziehen in zwei parallelen Reihen von Nord nach Süd 38 Vulkane, von denen 20 noch thätig sind, in der Mitte liegt noch eine Reihe wenig bekannter erloschener Vulkane; auf den kurilischen Inseln sollen 10 in Thätigkeit sein, während eine größere Anzahl ruhen; auf den japanischen Inseln finden wir 20 in Thätigkeit (die Insel



Vulkan Erebus im südlichen Eismeer.

Nipon hat 6 und Jesso 17 Vulkane); Formosa zählt 3 brennende und 1 erloschenen. Auf den Philippinen sind 15 in Thätigkeit, von denen der südliche Theil Camarines, eine Halbinsel der Insel Luzon, allein 10 enthält. Auf den Molukken brennen 17 Vulkane und eine noch größere Anzahl auf den Sunda-Inseln; unter diesen zählt Java über 100 zum Theil noch thätige Vulkane und bildet somit das großartigste Vulkanengebiet der Erde; Sumatra hat 19, darunter 7 thätige Vulkane, Celebes 11 Vulkane. Die west-australische Inselreihe von Neu-Guinea bis Neuseeland zählt der thätigen Vulkane 12 und eine große Zahl erloschener. Außerdem sind hier noch merkwürdig eine große Menge von Kochquellen, Fumarolen und Solfataren. In der Nähe der Küsten des polaren Vic-

torialandes entdeckte Capitän Roß den unter $77\frac{1}{2}^0$ südlicher Breite gelegenen ungefähr 12 000 Fuß hohen, noch thätigen Vulkan Erebus, den wir auf Seite 499 unsern Lesern getreu nach der von dem Entdecker veröffentlichten Abbildung vorgeführt haben. Tief im südlichen Polarmeer gelegen, von schwimmenden Eisbergen umbraust und bis zu seiner Krateröffnung mit Schnee bedeckt, muß ein Ausbruch dieses Vulkans, dem Roß eine über 2000 Fuß hohe Feuersäule entströmen sah, einen Anblick gewähren, dessen schaurige Contraste weder Pinsel noch Feder zu schildern vermag. Ein anderer Vulkan auf Victorialand, der 10 200 Fuß hohe Terror scheint erloschen zu sein. Vereinzelt sind im großen Ocean noch einige auf den Sandwich-, Freundschafts- und Gesellschafts-Inseln dem Archipel von Mendana, während die Galapagos-Inseln eine Vulkanengruppe mit mehr als 2000 Kratern bilden.

Höchst merkwürdig ist die ungeheure Anhäufung von Vulkanen auf der Insel Java, welche fast alle auf der Längenaxe derselben liegen, ein Verhältniß, das wir auch in Südamerika wahrnehmen, woselbst sämmtliche Vulkane an einer Seite reihenweise hinter einander befindlich sind, während im übrigen Amerika doch nirgends auch nur Spuren von Vulkanen vorkommen.

Die Nord- und die Südseite der Insel Java besteht aus Kalkfels, welchen die Revolution, die der Vulkanreihe ihr Entstehen gab, der Länge nach gespaltet hat. Der innere, zwischen diesen äußern Grenzen liegende Theil ist fast durchweg basaltartig, und man hat die ganze Insel gewissermaßen als einen ungeheuren vulkanischen Herd zu betrachten, wovon die eigentlichen Feuerberge die Schüttungskegel sind. Einer dieser Kegel besteht ganz aus Trachit, der sonst selten auf der Insel vorkommt. Lavaergießungen sind nicht häufig, ebenso der Auswurf von Bimsstein; Schwefel, Schlacken, Asche, ungeheure Schlammmassen sind die Producte der Vulkane von Java. Die Insel zeigte ihren Vulkanismus überdies auf eine andere eigenthümliche Weise. Der Popandayang war einer der thätigsten Vulkane; 1772 in der Nacht vom 11. auf den 12. August zeigte sich eine große leuchtende Wolke über ihm, und am folgenden Tage ward er nicht mehr gesehen; er hatte sich unter Erschütterungen des Bodens der ganzen Insel und der benachbarten Meere in die Erde gesenkt; der Schlund, welcher dadurch entstand, soll eine Länge von 15 und eine Breite von 6 Meilen gehabt haben. Arago, welcher dieses in seinen Jahrbüchern mittheilt unter der Bevorwortung, „daß er so wenig Vulkane anführe, weil er sich nur auf dasjenige beschränken wolle, was er für ganz ausgemacht zu halten berechtigt sei", hat doch vergessen, über diesen höchst wichtigen Gegenstand seinen Gewährsmann anzuführen.

Unter den Philippinen ist die Insel Luzon und zwar vorzugsweise die Halbinsel Camarines ganz besonders mit Vulkanen geschickt; auf dieser letzteren liegen nicht weniger als 10 in einer fast geraden Linie, die von Südost nach Nordwest zieht und nur 30 Meilen lang ist, so daß also auf je 3 Meilen ein Vulkan kommt. Die Halbinsel ist von einem ziemlich bedeutenden Gebirgskamm ihrer ganzen Länge nach durchzogen, allein nicht auf diesem, ja auch nicht auf dem Rande der Gebirgskette, sondern ganz am Fuße derselben, auf der schmalen Terrasse, welche diesen Gebirgszug von dem östlich gelegenen großen Ocean trennt, und durchschnittlich nicht weiter als eine Meile von dem Gestade entfernt, erheben sich die Vulkankegel ebenso, wie der Vesuv vor der Apenninenkette bei Neapel gewissermaßen wie ein Vorposten hinausgeschoben daliegt. Das vulkanische Gebiet der Sunda-Inseln setzt sich von Sumatra ununterbrochen nordwärts fort bis zur Küste von Arracan, an der Halbinsel jenseit des Ganges. Die Barren-Insel und die Insel Narcodam gehören hierher; die Reihe scheint beschlossen zu werden durch die merkwürdige Insel Reguain, ganz nahe an der Küste von Arracan, in derselben Breite mit Pegu, der Hauptstadt des gleichnamigen Reiches.

Die Insel Reguain.

Wir haben bereits mehrfach von der langsamen Erhebung der Erdrinde durch immerfort wirkende vulkanische Kräfte gesprochen und so die Inseln Santorin und Neo-Kaimeni, den Serapistempel an der Küste von Neapel, den Monte Nuovo ebendaselbst und den Jorullo in Amerika angeführt; sehr interessant ist nun noch der Umstand, daß man bei nautischen Vermessungen an der eben genannten Küste von Arracan im Jahre 1840 ein Inselgebiet entdeckte, das in einer ununterbrochenen Hebung begriffen ist.

Die Inseln, welche vor dieser Küste liegen, tragen sämmtlich sehr deutliche Spuren eines thätigen Vulkanismus. Allein die kleine Insel Tscheduba hat vier beträchtliche Schlammvulkane, die sich bis zu 1000 Fuß erheben, die Insel Ramri hat Feuerberge.

Die Officiere eines englischen Kriegsschiffes erhielten dort Nachrichten von einem Erdbeben, welches vor etwa 200 Jahren die ganze Halbinsel erschüttert hatte, und fanden einen Mann von 106 Jahren, welcher sich eines zweiten Erdbebens, das vor 90 Jahren, also in seinem 16. Jahre, stattgehabt, sehr deutlich erinnerte. Hieraus hat sich eine Sage gebildet, daß ein solches Erdbeben in größerer Erstreckung sich regelmäßig alle 100 Jahre ereigne. Während dieser Erdbeben scheinen sich die Felsen an der Küste und die sämmtlichen Inseln daselbst beträchtlich, doch langsam und ohne zerstörende Wirkung gehoben zu haben; sie fanden die Masse der Klippen über dem Wasser sämmtlich verändert und zwar alle ohne eine einzige Ausnahme höher, als sie von früheren Seefahrern angegeben worden. Die untersuchte Erhebungslinie beträgt etwa 25 deutsche Meilen und die senkrechte Erhebung 13, 16 bis 22 Fuß, um welche die Inseln jetzt höher sind. Das letztere fand besonders auf der größeren der Inseln, auf Tscheduba, statt, von wo weiter südlich die Erhebungen der Klippen, Felsen und Inseln immer weiter bis auf 9 Fuß abnehmen; die südlichste ist die Insel Reguain, welche die Engländer Flat Island nennen.

Die Insel zeigt deutlich und unwiderleglich einen dreifachen Strand, Die längliche Gestalt derselben ist dreifach umzogen; in einem nach Norden spitz zulaufenden, sehr gestreckten Bogen sieht man die ursprüngliche Form und Größe der Insel, welche einen kleinen Vulkan von etwa 100 Fuß Höhe besitzt (siehe die umstehende kleine Karte); es liegen auf derselben mehrere Dörfer, das Land ist sehr fruchtbar, hat auch viele Süßwasserquellen, die sich in kleine Bäche vereinigen.

Dieser ganz innerste Raum ist umgeben von niedrigem, höchst fruchtbarem Lande, welches zum Reisbau benutzt wird, welcher den einzigen, aber reichlichen Stapelartikel der Insel ausmacht. Inmitten desselben befindet sich an manchen Stellen Korallenfels, der noch nicht verwittert und zerbröckelt aus dem humusreichen Boden hervorsteht; das Terrain ist sehr viel ebener als das gleichsam von ihm abgeschnittene der höheren Insel, hat jedoch auch eine Neigung von der Mitte nach dem Meere und ist in Folge dessen kein Sumpf, sondern hat mehrere Bäche, die den Ueberfluß an Wasser abführen. Zwei Stellen der innersten Insel, die eine im Norden, die andere im Süden, doch beide auf der östlichen Seite, sind nicht vollständig von dem Reislande umgeben; bei der ersten Stelle setzt sich die hohe Insel nach Norden zu in einer Sandbank fort, wodurch sie mit einer andern kleinen Insel zusammenhängt, die einen Vulkan noch kleinerer Art, doch gleichfalls thätig, trägt; auf der andern Stelle hat sich die hier einigermaßen steil aus dem Reisfeld steigende Insel zu einem kleinen Hügel erhoben, der ein nicht brennender, wohl aber thätiger Vulkan ist, welcher eine große Menge Asphalt auswirft.

Dieses Reisfeld, welches bis zum Jahre 1760 bis unmittelbar an das Meer ging und hier von einer Sandbank umgürtet war, liegt jetzt eine Viertel- bis eine halbe deutsche Meile vom Meere entfernt und ist durch einen mehrere Fuß über die Fläche der See erhobenen, die ganze Insel umgebenden Strich Landes vom Meer getrennt. So wie sie jetzt dasteht, bildet sie eine Insel von drei Terrassen, deren unterste noch nicht cultivirt ist, wiewohl der Boden sich bereits mit Moos, mit Flechten, an den niedrigen Stellen mit Sumpf- und Salzpflanzen zu bedecken beginnt. Die zweite Terrasse, um 9 bis 12 Fuß über die niedrigste erhoben, ist vollständig cultivirt und trägt Reis hundertfältig; die dritte Terrasse, wieder 12 bis 15 Fuß über die zweite erhoben, umschließt Gartenland, die Wohnungen der Bewohner und den Vulkan. Weil die Insel vom Meer aus ganz eben erscheint, heißt sie bei den Engländern, wie erwähnt, die flache Insel (Flat Island). Auf der untersten Terrasse sieht man zwei Felsen einige zwanzig Fuß hoch (siehe die Figur A) genau in der Höhe der Reisfelder eine Wassermarke tragen, welche zeigt, daß sie einst bis hierher in das Meer gesenkt waren. Daß die ganze Insel von Korallenthierchen gebaut ist, zeigt sich an vielen Stellen unzweifelhaft. Die unterste, neueste Strecke aber, welche der gedachte hundertjährige Mann vielmals mit seinem Boot befahren, ist sichtlich Korallenkalk ganz und gar, die Oberfläche nur verwittert und mit Sand bedeckt, in den Reisfeldern stehen an unzähligen Stellen Korallenfelsen aus dem fruchtbaren Boden hervor, und selbst auf der höchst gelegenen innersten Insel findet man in dem Bette der Bäche stellenweise den nackten Korallenkalk, der so den Untergang verräth.

Von den Centralvulkanen der Südsee wollen wir nur der auf den Sandwichinseln befindlichen erwähnen; die größte derselben, Hawaii (sonst Owaihi), ist eigentlich einziger Vulkan wie der Aetna, mit vielen Oeffnungen wie dieser; nur ist Hawaii beträchtlich ausgedehnter, denn sie hat mehrere Hundert Quadratmeilen, indeß das Gebiet des Aetna nicht 30 Quadratmeilen beträgt; auch an Höhe wird der Aetna von dem Mauna Roa oder Monnu Roa um ein Drittheil übertroffen.

Der größte Krater, welcher den eben angeführten Namen trägt, liegt auf der Nordinsel, 6 bis 7 Meilen vom Meere entfernt. Die Gestalt des Kraters ist elliptisch, und sein Umkreis beträgt volle $2^1/_2$ Meilen, auf dem obersten Rande gemessen; er ist demnach einer der größten (wenn schon bei weitem nicht der höchste) Vulkane der bekannten Erde; die Tiefe, bis zu welcher man in diesen Krater gelangt ist, beträgt 1200 Fuß.

In dem hohlen Raum dieses Kraters bemerkte der erste Besucher desselben, Herr Godwich, zwölf Stellen, welche mit glühender Lava bedeckt waren, und vier Oeffnungen, aus denen dieselbe in einer Mächtigkeit von

30 bis 40 Fuß langsam ausfloß. Der Krater mußte sich bisweilen beinahe ganz mit geschmolzener Lava füllen; denn kaum 100 Fuß unter dem Rande fand dieser Reisende eine ringsum in gleicher Höhe fortlaufende Linie, bis zu welcher von unten aufwärts das Gestein der Kraterwände durch die Gluth der geschmolzenen Massen verändert, verbrannt war. Ueber die Ränder war die Lava nirgends geflossen; bei dem ungeheuren hydrostatischen Druck hatte sich jedoch unter dem Meer ein Spalt geöffnet, aus dem sie dann abfloß und so sich der Krater wieder nach unten zu, von woher er gefüllt worden war, entleerte. Zuweilen erfolgen jedoch seitliche Auswürfe durch Spalten, wie sich 1866 ein solcher bildete, aus dem ein Lavastrom von etwa 100 Fuß Dicke ungefähr 1000 Fuß hoch emporstieg.

Der Krater ist ununterbrochen thätig, besonders strömen Schwefeldämpfe mit großer Gewalt aus vielen Spalten, so daß dadurch ein Geräusch entsteht wie beim Oeffnen des Ventils einer Dampfmaschine von ungewöhnlich hoher Spannung. Die Temperatur des vulkanischen Herdes scheint höher, als man sie gewöhnlich anzunehmen pflegt, denn die Bimssteine, welche in großen Mengen umherliegen, sind so außerordentlich blasig und von so lockerem Gefüge, daß es schwer ist, Stücke davon aufzubewahren. Auch das vulkanisch gesponnene Glas, welches die Abhänge des Kraters mehrere Zoll hoch bedeckt, ist so ungemein zart und fein, daß es in langen Fäden, ähnlich dem fliegenden Sommer, nur durchsichtig, durch den Wind 6 bis 7 Meilen weit geführt wird.

Am 22. Dezember 1824 beobachtete Godwich einen gewaltigen Ausbruch dieses Feuerberges, und er sah und maß dabei Auswürfe von Lava, welche stoßweise aus einer breiten Spalte hervorbrach, und welche in großen Sprüngen bis zu einer Höhe von 40 bis 50 Fuß geschleudert wurde. Mitunter brannte der ganze Kegel des Berges, wahrscheinlich durch ausströmende Gase, und aus diesen steten Flammen sah man noch fünf Vulkane um den Krater her mächtige Strahlenkegel von glühender Steinmasse emporschleudern. Wirkliche Vulkane aber, außer dem gedachten Centralvulkan der Insel, umgeben ihn auf etwa der Mitte seiner Höhe und rechtfertigen völlig die Ansicht, daß man hier einen kolossalen, aber nur einen Feuerberg vor sich habe, von welchem die verschieden benannten nur die verschiedenen Essen seien.

In der Nähe dieses Vulkans, auf einem Absatz desselben, welcher in der Höhe von ungefähr 4000 Fuß beinahe horizontal als Plateau verläuft, liegt noch ein Krater, Kirauea, von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit. Derselbe ist wahrscheinlich der größte der Erde, denn er soll vier deutsche Meilen an seinem obern Umfange haben.

Steht man auf seiner Höhe, so sieht man vor sich ein weites, ebenes

Becken von nahe 700 Fuß Tiefe, welches mit scharf abgeschnittenen Wänden in die Hochebene eingesenkt ist. In der Mitte desselben befindet sich abermals eine Einsenkung von circa 350 Fuß Tiefe, die eine halbe Meile im Durchmesser hat. Diese innere Vertiefung ist fortwährend angefüllt mit wallender, kochender Lava, welche dergestalt dünnflüssig ist, daß sie sich wie Glas zu feinen Fäden ziehen läßt.

Diese mächtige Schüssel scheint jedoch keineswegs Raum genug für die im Schooße des Berges siedende Lavamasse zu haben; denn es steigt sehr häufig dieselbe bis über ihren Rand und erfüllt dann das Becken von vier Meilen Umfang auf mehrere Hundert Fuß. Die Wellen des kochenden Gesteins der im weißglühenden Flusse befindlichen Massen branden an den hohen Felswänden des Kraters und spritzen ihre Feuerfluthen daran empor, so daß es höchst gefährlich ist, zur Zeit so hohen Lavastromes daselbst zu verweilen, während es ganz gefahrlos ist, ihn zu besuchen, wenn sich die Lava in ihr inneres Becken zurückgezogen hat, welches nicht größer ist als das alte Berlin in seinen Ringmauern oder Wien mit seinen Vorstädten innerhalb der Linie.

Ueber den Rand des äußeren Beckens ist die Lava noch nicht gestiegen, wohl aber geschieht es zuweilen, daß sie sich nach einem möglichst hohen Standpunkt plötzlich ganz zurückzieht; dann ist sie immer am Fuße des Berges ausgebrochen. Unter einer meistens nicht starken und gefahrlosen Erderschütterung spaltet der Fuß des Mauna Roa, und die Lava entströmt demselben. Die Oeffnung aber verstopft sich durch dieselbe entfließende Lava wieder, und nach und nach erhebt sie sich dann von Neuem zu ihrem gewöhnlichen Stande in dem Becken.

Wir sehen aus all dem bisher Gesagten, daß es schwer, vielleicht unmöglich ist, ein allgemein giltiges, ein an falle Vulkane passendes Gemälde zu entwerfen; manchmal bildet der Krater ein Kesselthal, manchmal wieder ist er ein Kegelberg; die Tiefe des einen ist so wandelbar als die Höhe des andern, ja jeder einzelne Vulkan ist Umgestaltungen unterworfen, welche seine Physiognomie auf das Entschiedenste verändern können; der Boden des Kessels steigt oder sinkt, es entstehen Schlackenhügel und Auswurfkegel in demselben, die Ränder des Kraters stürzen zusammen, er wird um Hunderte, um Tausende von Fußen niedriger; oder umgekehrt verschwindet die einförmige Platte des Kegels durch sich beständig wiederholende Auswürfe, zwischen welchen Lavaströme dem neugebildeten Krater entrinnen und sich an seinen Seiten hoch aufthürmen, dadurch einen Krater um den Krater bildend, einen jener schönen concentrischen Kegel, wie sie Lord Hamilton so prächtig vom Vesuv schilderte; oder es rasiren neue Ausbrüche die Platte des Kegels mit allen ihren Auswüchsen fort

und lassen an ihrer Stelle einen Krater mit meilenweiter Oeffnung und von unermeßlicher Tiefe zurück, der erst allmählich wieder im Laufe der Jahre durch neue Eruptionen zugeschüttet werden kann, um sich später vielleicht wieder von Neuem zu öffnen.

Ebenso verschieden ist es mit der vulkanischen Thätigkeit. Während der Stromboli rastlos arbeitet, wenigstens seit den Zeiten Homerischer Sagen, ein Pharus des tyrrhenischen Meeres, den Seefahrern zum weithin leuchtenden Feuerzeichen ward, sind die höheren Vulkane durch lange Zwischenzeiten der Ruhe charakterisirt; so sehen wir die Eruptionen der Kolosse, welche die Andeskette krönen, fast durch ein ganzes Jahrhundert von einander getrennt. Wo man Ausnahmen von dieser Regel findet, mögen sie darin begründet sein, daß die Verbindungswege zwischen dem vulkanischen Herde und dem Auswurfskrater nicht bei allen Vulkanen, die man vergleicht, in gleichem Maße als permanent frei gedacht werden können. In den höheren mag eine Zeit lang ein Verbindungskanal geschlossen sein, so daß ihre Ausbrüche seltener werden, ohne daß sie deshalb dem Erlöschen nahe sind.

In der Zwischenzeit zweier Ausbrüche bietet der Krater eine ununterbrochene Entwickelung schwefliger oder kohlensaurer tödtlicher Gase, die ihn nicht nur bis obenan füllen, sondern, schwerer als die atmosphärische Luft, sogar außen an seinen Rändern herniedersinken, bis sie sich, wie alle elastischen Flüssigkeiten, mit einander mischen; ein anderer Krater zeigt an seinem Boden die fortwährende Gluth des inneren Feuers, die glühende Lava wohl gar durch aufsteigende Dämpfe scheinbar in kochendem, wenigstens in lebhaft aufwallendem Zustande; ein dritter Krater zeigt in der Zwischenzeit zwischen zwei Ausbrüchen — möge sie nun Jahre oder Jahrhunderte lang sein — gar kein Phänomen der Art, keine tödtliche Gasart, keine erstickende Hitze, keine Feuererscheinung, und man findet auf dem nicht mehr erhitzten Boden Schlackenhügel und -Kegel, denen man gefahrlos sich nähern, die man untersuchen, theilweise abbrechen kann, oder es sind in solchen fast ganz erloschenen Kratern einzelne Höhlungen übrig geblieben, aus denen von Zeit zu Zeit kleine Ausbrüche stattfinden, welche sich durch vorher eintretende leichte Erschütterungen des Bodens selbst ankündigen.

Gleiche Verschiedenheit, wie in allem Vorgenannten, zeigt sich auch in der Höhe der Vulkane. Man hat deren in voller Thätigkeit im Niveau des Meeres, man hat deren aus dem Meere selbst aufsteigen sehen, man hat sie zu 2000 Fuß, wie der Stromboli, zu 3600, wie der Vesuv, zu 10 200, wie der Aetna, zu 11 000, wie der Pic von Teneriffa, zu 14 000, wie der Mauna Roa, und zu 18 000 Fuß, wie der Cotopaxi. Nur in Be-

ziehung auf die Höhe steht ein vulkanisches Phänomen fast immer in einem Verhältniß zu derselben, aber in einem umgekehrten; die Lavaergüsse nämlich steigen nur bei den kleinsten stets über den Rand des Kraters empor, und je höher ein Vulkan wird, desto seltener findet dies statt; die Lavaergüsse zeigen sich dann anfangs unterhalb des Kraters, hierauf in der Mitte des Berges, und endlich bei den recht hohen und höchsten Bergen erreichen sie auch nicht einmal die Mitte, sondern sie brechen am Fuße desselben hervor oder unterbleiben ganz.

Wenn es nicht möglich ist, eine Regel in die Erscheinungen zu bringen, so wollen wir wenigstens versuchen, von der Thätigkeit eines Vulkans ein Bild zu entwerfen; denn der Ausbruch selbst eines kleinen Vulkans ist unzweifelhaft eines der herrlichsten, großartigsten Naturphänomene. Allerdings erlauben es die Grenzen dieses Buches nicht, alle die verschiedenen Arten von Erscheinungen anzuführen, welche naturgemäß mit dem Auswerfen von Flammen und Asche oder von Steinen verbunden sind, und welche, je nachdem sie einzeln oder vereinigt auftreten, den Charakter der Eruption sehr verschieden machen. Allein es wird doch hoffentlich gelingen, wenigstens eine Skizze von dem Vorgange zu geben, der übrigens von den Anwohnern keineswegs gefürchtet, sondern als eine Wohlthat betrachtet wird, die dem ganzen Lande begegnet, wenn schon der Einzelne mitunter sehr schmerzlich zu leiden und große Verluste zu bedauern hat; denn es unterliegt jetzt keinem Zweifel mehr, daß eine vollständige Oeffnung des vulkanischen Schlundes und ein Ausstoßen der Dämpfe und glühenden Gasarten die Umgegend auf weite Strecken vor den Erdbeben bewahrt, und diese hängen mit den Ausbrüchen so nahe zusammen, daß, wenn die Vulkane lange scheinbar todt gelegen, Erdbeben den bevorstehenden Ausbruch verkünden, und daß dieselben um so leichter und weniger gefährlich sind, je schneller das Sicherheitsventil des Kraters sich öffnet und den Verderben bringenden Dämpfen Abzug gestattet. Auch ist der Auswurf um so stärker, je länger die Unterbrechung gedauert hat, und um so weniger großartig, je häufiger er eintritt. Auf die Bewohner des südlichen Italiens macht deswegen der Stromboli, der Volcano und der Volcanello gar keinen Eindruck, weil diese sehr niedrigen Vulkane immer in Thätigkeit sind und deshalb keine großartige Erscheinung, wie der oft Jahrhunderte lang ruhende Vesuv, hervorbringen können.

Vorboten eines Ausdruchs im eigentlichen Sinne des Wortes giebt es nicht, denn die Form des Kraters, die Veränderung seiner Gestalt, die Rauchsäule, die er ausstößt, sind alles Erscheinungen, welche auch ohne eine darauf folgende Eruption eintreten können; gewöhnlich aber zeigt sich, wenn ein Vulkan lange geruht, gar keine Rauch- oder Dampfsäule ausgestoßen

hat, diese nun zuerst, sie bahnt sich durch die locker über einander gewürfelten Gesteine einen Weg und erhebt sich mehr oder minder hoch sowohl als auch mehr oder minder gerade in die Luft. Das Erstere hängt von der Spannung der Dämpfe im Innern des Vulkans, von der Gewalt ab, mit welcher sie ausgestoßen werden, das Andere von der Ruhe der Luft. Weht ein starker Wind, so wird die Dampf- und Rauchwolke nicht selten umgebogen, sobald sie den Krater übersteigt; ist die Luft völlig ruhig, so erhebt sich ein gerader Stamm von Rauch (wie der aus dem Schornstein bei ruhiger Luft aufsteigende) zu 3000, ja zu 9000 Fuß Höhe, je nachdem die Dicke der ruhigen Luftschicht größer oder kleiner ist. Erst dort, wo diese Ruhe in den höheren, immer bewegten Regionen aufhört, breitet Rauch und Dampf sich horizontal aus, und da der so gestaltete Dampf, aus einem geraden Stamme und einer breiten Krone bestehend, Aehnlichkeit mit einer Pinie hat, so nennen die Italiener diese Rauchsäule „die Pinie", und es hat sich diese Benennung über die ganze Erde verbreitet.

Kurze Zeit (d. h. jedoch Tage und Wochen lang) vor der Eruption wird die Rauchsäule immer stärker; sie vermehrt sich in ihrer Dicke so, daß sie zuletzt den ganzen Krater zu erfüllen scheint; endlich lagert sie sich, indem sie die Pinienform ganz verliert, wie eine schwere Wolke von dunkelster Färbung auf den Berg, den sie wohl ganz umhüllt, und nun steht der eigentliche Ausbruch ganz nahe bevor. Der Boden beginnt leise zu zittern, ein Geräusch wie das Brausen eines fernen Wasserfalls wird hörbar, dasselbe scheint näher und näher zu rücken, es geht in heftiges Krachen über; endlich hört man Detonationen von furchtbarer Art, daß das Herz auch des muthigsten Mannes bange erbebt; denn Kanonendonner und Gewitterschläge sind Kinderspielwerk dagegen. Die Erschütterungen sind so gewaltig, daß die Mauern auch ohne ein dabei eintretendes Erdbeben Sprünge bekommen; der königliche Palast zu Portici, aus Marmorquadern gebaut, barst bei solchen Explosionen, und die Spalten sind noch zu sehen.

Haben die Detonationen diese Höhe erreicht, so pflegt mit einer der stärksten der eigentliche Ausbruch zu beginnen; wie durch einen Blitz entzündet, leuchtet plötzlich mitten durch die Rauchmasse eine glänzende Feuersäule empor, man sieht einen umgekehrt kegelförmigen, d. h. mit der Spitze nach unten gekehrt, gerade aufsteigenden Strahl sich bis zu 8000 und 10 000 Fuß, also dreimal so hoch als z. B. der Vesuv selbst, erheben (die größten Feuerberge, der Cotopaxi, der Popocatepetl, werfen nicht so hohe Feuergarben als die kleinen, namentlich als der Vesuv) und in demselben in einer außerordentlichen Schnelligkeit glühende Funken wie aus einer Schmiede-Esse aufsteigen, Funken von einer Klafter Durchmesser, doch

nicht größer aussehend als wirkliche Funken. Einige derselben sind blendend weißglühend und sprühen kleine Blitze nach allen Seiten; das sind geschmolzene oder wenigstens weißglühende Lavamassen, sie leuchten auch noch beim Niederfallen, wiewohl minder weiß als beim Aufsteigen und auch, ohne Funken zu sprühen; andere sind beim Aufsteigen nur roth, diese werden schwarz beim Niederfallen, wenigstens sieht man sie noch in der Feuersäule immer dunkler werden und endlich erlöschen; das sind die sehr porösen Glasmassen, welche wir Bimsstein nennen, und welche nur Schaum sind und sehr schnell erkalten, da sie fast aus lauter Oberfläche bestehen.

Die mächtigen Schläge und Explosionen haben den untersten Theil des Trichters geöffnet, aus ihm, also aus dem Schooße des Berges, aus Regionen, welche viel tiefer als der Fuß des Berges, vielleicht meilentief unter demselben liegen, steigen die glühenden Steine, die Schlacken in der prächtigen Säule empor, welche durch den Fall der Massen nach allen Seiten zur Feuergarbe wird. Aus derselben Tiefe steigen unter fortwährendem Auswurfe nun auch die geschmolzenen Gesteinmassen flüssig in den Krater, er füllt sich nach und nach mit Lava. Oftmals berstet er während dieses Hebens aufs Neue, thürmt sich zu kleinen Schlackenkegeln in seiner Mitte*) oder an den Eruptionspunkten auf und stößt um so dunklere, stärkere Rauchwolken mit immer zunehmendem Geprassel aus. Bei einer solchen Steigerung der Rauchmasse ist die Eruption schon in voller Thätigkeit; sie verfinstert mit ihren Dünsten die Tageshelle und läßt kaum noch dem Lichte der strahlenlosen Sonnenscheibe einen schwachen Durchgang, denn ein feiner, aschenartiger Staub fällt aus der Luft herab und zeigt an, daß nicht blos Dampfwolken, daß auch erdige Bestandtheile emporsteigen und, von den Dämpfen mit fortgerissen, aus den kälteren Luftschichten, mit feinen Wassertropfen gemengt, wieder herabfallen. Beide überziehen gleich einer Trauerdecke alle benachbarten Gegenden und tödten oft schnell und sicher, sei es durch Hitze, sei es durch den feinen Staub und durch die Schwefeldämpfe oder durch die Säuren, welche dem Wasser beigemischt sind, Pflanzen und Thiere. Dabei sieht man fortwährend die unteren Theile der Rauchmasse erleuchtet, ja flammend, ein Widerschein der im Krater sich hebenden glühenden Lava, welcher mit sichtbarer Intensität zunimmt, wenn diese frisch hervorquillt, und nach oben schwächer werdend, allmählich in die Dunstmasse sich verliert, zuletzt nur noch die gewölbten Ränder ihrer Wirbel mit einem glühenden Saume bemalend.

Immer lauter wird zuletzt das Getöse, immer schneller folgen einander die Schläge, und Donner auf Donner treibt die emporlodernde Dampf-

*) So erzählt Burmeister in seiner lebensvollen Beschreibung dieses Vorganges.

masse zu einer schwindelnden Höhe hinan. Oft fahren, von solchen Explosionen getrieben, die glühenden Körper senkrecht durch die Rauchwolken, neigen sich, wenn ihre Fliehkraft erschöpft, unter großem Bogen und fallen mit prasselndem Geräusch auf die Kraterränder nieder, hier nach allen Seiten gleich Eisenschlacken, die der Hammerschlag abtreibt, zerspringend. Selbst in der Luft trennen sie sich, wenn ein Theil der unförmlichen Masse, größere Schwere besitzend, eine andere Fliehkraft erhalten hat, und strahlenförmig lösen sie sich dann gleich aufsteigenden Raketen in ihre verschiedenartigen Bestandtheile von einander.

Und immer schneller und schneller folgen die Stöße, und immer lauter wird ihr Knall, immer zahlreicher die Menge der emporgeschleuderten Feuerklumpen, immer stärker das Geprassel ihrer fallenden Bruchstücke. Hier erfaßt wohl ein nachfolgender den bereits zurückkehrenden, und die Heftigkeit des Stoßes der sich begegnenden mehrt die Zersplitterung, steigert die Menge der wie von platzenden Bomben umhergeschleuderten Scherben.

Da naht aufs Neue das lang gefürchtete, ängstlich erwartete schaudervolle Erzittern des Bodens, der, dem Andringen der eingepreßten Dämpfe nachgebend, sich windet und berstet und radienförmig nach allen Seiten von der Mitte des Berges aus die Ebene zertrümmert. Und die Erschütterung ist es, welche unter allen Eruptionserscheinungen den Menschen am meisten schreckt, welche ihn unter dem wirthlichen Dache hervor in die aufgeregte Natur hinaustreibt und nöthigt, sehender Zeuge des großen Ereignisses zu sein, das einst die Erdoberfläche bildete und denselben Boden aus dem Meere erhob, den es nun seinen Wogen in erneuter Katastrophe wieder preisgiebt. Doch das Ende des Unheils, schauerlich schön in seinen einzelnen Zügen, steht nahe bevor; schon zeigt sich der glühende Fluß leicht gewölbt über den niedrigsten Stellen des Kraters, schon fließt an einigen Punkten die geschmolzene Lava herunter und schlängelt sich langsam, eine feurige, zähe Masse, an den Wänden des Kegels fort, die niedrigen, ihrem Laufe begegnenden Gesträuche entzündend, daß sie mit flackernder Flamme auf ihrer Fläche emporlodern. Bald folgt solchen Vorläufern der feurige Hauptstrom nach. Während er unter diesen Erscheinungen immer mehr im Krater emporsteigt, durch neue, neben den alten hervorbrechende Fluthen näher und näher dem Rande gerückt, endlich sogar polsterartig über den niedrigsten Stellen des Randes schwebend, sinkt plötzlich, von einem Donnergetön und heftigen Erderschütterungen begleitet, die glühende Lava herab, und in demselben Augenblicke strömt sie aus einer neu entstandenen Spalte tief unten am Fuße des Kegelberges hervor, anfangs vom Drucke der über der Oeffnung stehenden Masse selbst fontainenartig aufsteigend, dann immer

breiter, mächtiger in die fruchtbare, von Menschen sorgfältig bebaute Ebene sich ergießend. Schnell windet sich dieser verheerende Fluß mit stets wachsender Gewalt auf der geneigten Fläche zur wirklichen Ebene hinab und öffnet durch den leer gewordenen Krater den elastischen Stoffen einen Ausweg. Von Asche begleitet und sie mit sich fortführend, steigen die Dämpfe einer dunklen Säule gleich hoch empor und gestalten sich oben in den Lüften wieder zu jener Pinienform, deren wir bereits erwähnten, und welche schon den ältesten Beobachtern auffiel.

Dieser majestätische, ungeheure Aschenbaum bildet die tragische Schlußscene der ganzen Erscheinung; er breitet seine Krone unheilschwanger über die Ebene aus und bedeckt sie, sich senkend, mit seinen düstern Schatten vielleicht auf ewig. An 100 Fuß mächtige Lager hat er einst über Herculanum und Pompeji aufgeschüttet, schrecklich genug. Wenn schon die meisten Menschen Zeit haben, sich zu retten, gehen sie doch verlustig ihrer besten Habe, des Grund und Bodens, auf dem sie gewohnt. Von den beiden Städten ist Herculanum am tiefsten, nämlich 70 bis 112 Fuß verschüttet, das weiter gelegene Pompeji 12 bis 20 Fuß. Die Erddecke über dem ersten rührt, wie die Durchstiche zeigen, von sechs verschiedenen Eruptionen her; doch immer ist es nur Asche gewesen, welche über das kalte Grabtuch, worunter Herculanum lag, noch ein neues Grabtuch fügte; Lava hat bei keiner dieser Erscheinungen eine der Städte berührt.

Auf solche Weise begleiten ähnliche Erscheinungen, in größeren, geräuschvolleren Phasen wiederkehrend, den unheilvollen Cyclus der Eruptions-Phänomene von ihrer höchsten Ausbildung rückwärts, durch mannichfaltige Abstufungen zu jener unscheinbaren Dampfsäule zurück, welche als der erste Bote so grauenvoller Entwickelungen die Uebergangserscheinungen einleitete.

Wenn endlich die Tageshelle diesen durch die großartigsten Leuchtfeuer nur schwach erhellten Finsternissen folgt, so zeigt sich das ganze Bild der Zerstörung in seiner Vollendung. Alles urbare Erdreich rings umher ist von ausgeschütteter Asche bedeckt; auf den Wänden des Berges und an seinem Fuße lagern tausend und aber tausend Bruchstücke der zersprungenen Auswurfsmasse, und zwischen neuen Erdschichten windet sich der noch heiße, glühende, ja an manchen Stellen flammende Lavastrom im selbst gebildeten Bette zu einer Tiefe hinab, wo ihm die Fallhöhe fehlt und der zähe Fluß in sich einen Haltepunkt findet. Alles umher gleicht einer trostlosen Einöde; die grüne Pflanzendecke fehlt, die verdorrten Bäume strecken ihre bestaubten Aeste blattlos in die düsteren Lüfte, und das thierische Leben hat schon längst aufgehört, zu pulsiren, ja es hat in der glühenden Asche selbst die Spuren seines Daseins verloren. So etwa mochte der Anblick sein, als 79 Jahre nach Chr. Geb. der Vesuv aus seinem vieljährigen Schlummer

zum ersten Male wieder erwacht war, im Vollgefühl seiner verheerenden Kräfte 30 Quadratmeilen mit seinen Auswürflingen bedeckte und drei volkreiche Städte mit ihren sorglosen Bewohnern in ewigen Todesschlaf einhüllte. Nur als Schatten ehemaliger Herrlichkeit sollten sie nach 1700 Jahren wieder aus ihren Gräbern erstehen.

Alle diese schrecklichen Erscheinungen beruhen auf dem Zusammenwirken von vier an sich sehr unschuldigen Körpern: Dampf, Asche, zerbröckeltem Gestein, geschmolzenem Gestein — etwas Anderes kann man bei keinem Vulkan nachweisen.

Die Dämpfe, welcher immer zuerst erscheinen, und welche bei manchen Vulkanen zu wirken gar nicht aufhören (selbst der kleine Vesuv stößt im Innern seines Kraters, aus den sogenannten Fumarolen, deren ununterbrochen aus), sind meistens Wasserdämpfe, wenigstens so lange sie weiß sind; zu ihrer Entwickelung ist nur ein geringer Hitzegrad nöthig, und dieser ist beinahe immer vorhanden. Nun treten aber auch gelb oder grünlich oder bräunlich gefärbte Dämpfe auf, und diese rühren von anderen Substanzen her, welche bei der höheren Temperatur des Vulkans geschmolzen und verflüchtigt, wie Schwefel, andererseits auch wohl gar zersetzt werden, Kochsalz, das auch häufig die Lavablöcke selbst mit einem leichten Ueberzuge bedeckt, Chlor, namentlich in seiner Verbindung als Chlorwasserstoffgas, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff u. s. w.

Woher das Wasser komme, welches durch die Dämpfe verrathen wird, ist häufig gefragt und mitunter sonderbar genug beantwortet worden. Nach den neuesten Forschungen ist es nicht mehr zweifelhaft, daß das Meer die Hauptquelle desselben ist, indem unterirdische Kanäle das Wasser zu dem vulkanischen Herde führen. Man hatte diese Ansicht zeitweise aufgegeben, weil man einen vulkanischen Bezirk mitten in Asien entdeckt hatte und es doch höchst drollig gewesen wäre, anzunehmen, es seien ein paar hundert Meilen lange, tiefe, unterirdische Kanäle vorhanden, durch welche das Meerwasser zu dem Feuer ströme. Allein die allermeisten Vulkane liegen in der Nähe des Meeres, an den Festlandsküsten, auf Inseln oder Halbinseln oder auch im Meere selbst, und wenn sich solche in größerer Entfernung finden, so sind sie erloschen, und es läßt sich nachweisen, daß das Meer einst näher zu ihnen herangereicht habe als gegenwärtig. Humboldt bekundete auch hier seinen Scharfblick, indem er an der bestrittenen Behauptung einstiger vulkanischer Thätigkeit im Innern Asiens festhielt, und der der Wissenschaft zu früh entrissene Reisende Stoliczka brachte neue Belege herbei. Neuerdings wies endlich Richthofen in seinem großen Werke über China nach, daß das Han-hai, im Gebiete des Tiën-schan, ehemals ein mit dem Weltmeere verbundenes, jetzt ausgetrocknetes Mittelmeer Centralasiens

war, wie auch die chinesische Bezeichnung „das trockene Meer" andeutet. Es ist demnach unzweifelhaft, daß das Meer zu den Vulkanen gelangt, obgleich auch ebenso unzweifelhaft Tagewasser in sie eindringen. Die Erdkruste ist nämlich innerhalb ihrer geschichteten Gesteine, deren Mächtigkeit wir noch gar nicht kennen, mit Höhlungen vielfach versehen; ist die Gesteinmasse, in der diese Höhlungen sich befinden, porös, wie Sandstein, Kalkstein und andere Sedimente, so sammelt sich das Wasser, welches den Boden durchsickert, darin, und wir finden thatsächlich unterirdische Seen, ja es mögen deren viel mehr vorhanden sein, als wir wissen und ahnen, und da der Regen ja sogar das Meer gefüllt erhält, so ist auch die Quelle dieser Wasseranhäufungen keine dürftige.

Einen unwiderlegbaren Beweis dafür, daß sowohl Meer- als Tagewasser in die Vulkane gelangen, lieferte Ehrenberg's höchst merkwürdige Entdeckung, daß in der vulkanischen Asche bedeutende Mengen organischer Substanzen vorkommen, nämlich die Kieselgerüste oder Panzer mikroskopischer im Wasser befindlicher Thierchen. In Folge dieser Entdeckung untersuchte man noch viele andere vulkanische Aschen und fand unter Anderm, daß die Vulkane auf Island eine besondere Menge Süßwasserthierchen, die der canarischen Inseln hingegen gar keine Organismenreste in ihrer Asche führen; während die Vulkane von Patagonien nur Seegeschöpfe auswerfen, kommen bei den Schlammausbrüchen einiger amerikanischer und javanischer Vulkane Süßwasserfische in ungeheurer Menge gekocht zum Vorschein, in Amerika sogar in so unglaublicher Zahl, daß sie bei ihrer Verwesung die Luft auf viele Meilen hin verpesten.

Daß Schwefel in Menge dem Innern der Erde als einer ihrer Bestandtheile angehört, ist eine bekannte Thatsache; man kann sich demnach nicht wundern, wenn derselbe durch Hitze verflüchtigt, aus den Spalten der Krater dringt und sich dort als Sublimat ansetzt, und man findet ihn dort in den schönsten Krystallen. Außerdem entsteht der Schwefel auch durch Zersetzung des Schwefelwasserstoffs, wenn derselbe mit der kälteren Luft in Berührung kommt. Wo ihm Gelegenheit gegeben wird, sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre oder des Wassers zu verbinden, tritt er als schweflige Säure oder als Schwefelsäure auf; die erstere verräth sich sogleich durch den Geruch, der einem Jeden von dem verbrannten Schwefel eines Zündhölzchens zur Genüge bekannt ist.

Die schweflige Säure würde sich, auch wenn man nicht durch den Geruch davon Kunde erhielte, noch durch ihre entfärbende Wirkung verrathen. Die Lava ist größentheils schwarz von dem im Gestein als Gemengtheil vorhandenen Magneteisenstein. Dieses Eisenoxyd ist, wie alle Oxyde dieses Metalls, durch die meisten Säuren leicht auflöslich. Die

schweflige Säure nun zersetzt die Verbindung des Eisens mit dem Sauerstoff und bildet ein schwefelsaures Eisensalz, welches die Oberfläche mancher Gegenden des Vesuvs vollständig verändert und nicht schwarz, wie an andern Orten, sondern beinahe weiß wie Kreide ist. Ein solcher Kessel weiß gewordener Lava ist die berühmte Solfatara bei Neapel.

Die Schwefelsäure, schwer verdampfbar und nicht luftförmig wie die vorige, zeigt sich meistens nur in den Mineralquellen, welche dem vulkanischen Boden entspringen, bildet aber im verdünnten Zustande ganz mächtige Ströme von Schwefelsäure, wie z. B. den Rio Vinagre in Südamerika, dessen ausführlicher im zweiten Bande von Zimmermann's Erdball gedacht worden ist. Demnächst geht die Schwefelsäure, da sie eine sehr starke und energisch wirkende Säure ist, mit vielen Stoffen Verbindungen ein, so z. B. mit dem Kalk zu Gips, nachdem sie aus dem Kalk die Kohlensäure vertrieben hat, ebenso ist sie mit der Thonerde häufig zu Alaunstein verbunden. Dieses erklärt die Anwesenheit des Alabasters und des Alauns in vulkanischen Gegenden.

Da der Kalk großentheils an Kohlensäure gebunden vorkommt, so wird letztere, wenn Schwefelsäure mit dem kohlensauren Kalk zusammentrifft, aus ihrer Verbindung mit dem Kalk vertrieben; sie wird frei. Dieselbe tritt nur unter ungeheurem Druck oder ebenso ungeheurer Temperaturerniedrigung in flüssiger Form auf. Da nun beide Bedingungen bei Vulkanen nicht gefunden werden, im Gegentheil die innere hohe Temperatur selbst bei vorhandenem Druck das Flüssigwerden nothwendig verhindern müßte, so tritt die Kohlensäure immer gasförmig auf, sich mit der atmosphärischen Luft oder mit dem Quellwasser mengend. Mit ersterer bringt sie die sogenannten Mofetten hervor, Stellen, an denen vorzugsweise viel Kohlensäure aus der Erde tritt, sich vermöge ihrer größeren Schwere am Boden hält und in Vertiefungen wohl sogar in solchen Quantitäten sich häuft, daß sie den nahenden lebenden Geschöpfen gefährlich wird. Solche Stellen sind in der Nähe des Vesuvs sehr häufig, die sogenannte Hundsgrotte gehört dazu; bei Neapel gelegen, wird sie von Fremden sehr häufig besucht, und die Führer machen jederzeit das grausame Experiment, daß sie einen Hund mitnehmen, den sie, in der Höhle angelangt, zu Boden setzen. Das arme Thier, welches dort fast reine Kohlensäure einathmet, verfällt sofort in Convulsionen und stirbt. Wird es nun gleich zurück ins Freie, an frische athembare Luft gebracht, so kommt es wieder zu sich; doch fünf Sekunden zu viel ziehen sicher seinen Tod nach sich. Das Grausame liegt vorzugsweise darin, daß es nur geschieht, um die Neugierde der Besucher zu befriedigen, und daß es mit demselben Thiere so lange wiederholt wird, bis es der Erschöpfung und Vergiftung erliegt. Die unglücklichen, zu diesen

Martern von ihren Führern mitgebrachten Thiere wissen, wenn sie es einmal durchgemacht haben, sehr wohl, was ihrer wartet, und zittern am ganzen Leibe, wenn sie von ihren Herrn gefaßt und in die Grotte getragen werden, in welcher sie vielleicht schon zwanzig-, schon hundertmal den Tod erlitten haben.

Die Umgegenden von Vulkanen oder überhaupt vulkanischer Boden, wenn seine Thätigkeit auch erloschen ist, bieten die Erscheinung der Kohlensäure häufig dar. Alle Keller in der Nähe von Neapel zeigen die verderbliche Luft; ist ein Keller daselbst lange verschlossen gewesen, so ist es ein lebensgefährliches Wagestück, da hinein zu gehen. In den Gebirgen, welche starke Mineralquellen enthalten, ist sie gleichfalls häufig; sie trennt sich in Selters, in Kannstatt u. s. w. von dem Wasser, sobald dieses die Erde verläßt und der starke Druck, unter dem es sich mit der Kohlensäure verbunden hat, aufhört; daher darf man sich in die Brunnen- oder Quellenstube solcher Mineralwasser nicht ohne Vorsicht begeben.

Wenn die Wasserdämpfe weiß zum Vorschein kommen, sind sie unverändert nur verdampftes Wasser; wenn sie aber durch glühende, zersetzbare Substanzen gehen, so zersetzen sie diese sowohl, als sie hinwiederum von ihnen zersetzt werden; das letztere giebt Wasserstoff und Sauerstoff. Der Sauerstoff wird leicht von den vielen Metallen aufgenommen, der Wasserstoff entweicht; findet er auf seinem Wege Schwefel oder Schwefeleisen, so verbindet er sich sofort mit dem Schwefel, und es bildet sich Schwefelwasserstoffgas, welches sich durch seinen üblen Geruch leicht zu erkennen giebt.

Das Salz, welches, in der Erde mit dem Gips häufig verschwistert, lager- oder nesterweise auftritt, giebt zur Erscheinung des Chlors Anlaß, das in der Nähe vulkanischer Herde auftritt. Die wichtigste der Chlorverbindungen ist die Salzsäure, aus Wasserstoff und Chlor, leicht erkenntlich an ihrem stechenden Geruch und der Schneeweiße ihrer Dämpfe. Mit dem Ammoniak bildet diese Säure den Salmiak, gleichfalls ein Produkt des Vulkanismus, welches sublimirt wie der Schwefel an den Wänden der Krater sich ansetzt.

Rauch und Asche haben nach dem Begriffe, welchen wir von der Sache haben, nämlich unverbrannte Kohle (Rauch) und unverbrennlicher Rückstand des Brennmaterials nach dem Verbrennen (Asche), giebt es bei Vulkanen nicht. Was man Rauch nennt, ist immer Dampf, was man Asche nennt, ist fein zertheiltes Erdreich, gepulvertes Gestein, gepulverte Lava. Sie hat das Ansehen eines grauen Erdreichs, ist auch öfter grobkörnig, sogar wie Kies, da man sie dann Sand nennt; gewöhnlich aber ist diese Asche sehr fein zertheiltes Gestein, und es lassen sich in den gröberen Partien sehr

deutlich Titaneisen, Magneteisen, Olivin, Augit, Feldspath u. s. w. erkennen.

Eine so vollständige Zermalmung der Lava und sonstiger Gesteine kann nur eine Folge ihrer gegenseitigen Reibung sein, die so außerordentlich vollkommen geschieht, daß man die Asche, vom Winde getragen, mehrere hundert Meilen weit fliegen sieht, wovon bereits einige Beispiele gegeben worden sind (Erdball, Theil I, Höhenrauch). Auch die Menge dieser Asche ist ganz ungeheuer; sie ist es, welche den Tag verfinstert, wenn starke vulkanische Ausbrüche stattfinden, denn sie erfüllt wegen ihrer feinen Vertheilung, fast ohne zu sinken, gleich dem Nebel die Luft, als wäre sie ein Bestandtheil derselben, wird daher beim Athmen höchst beschwerlich und läßt sich von den Lungen nur dadurch abhalten, daß man nasse Tücher vor den Mund und die Nase bindet. Thiere versuchen sich zu schützen, indem sie die Nase in frisch aufgescharrte Erde stecken; da Hausthiere wegen der Pflasterung dies selten können, die Asche aber nicht nur in schlecht verwahrte Ställe, sondern in wohl verwahrte und mit Tüchern verhängte Zimmer, ja innerhalb dieser selbst in die Glasschränke dringt, so ist begreiflicherweise das thierische Leben dadurch sehr gefährdet; es erfolgt ein krampfhafter Husten und zuletzt eine völlige Bedeckung der innern Lungentheile mit einem zähen erdigen Schlamm, der das Athmen unmöglich macht und den Erstickungstod zur Folge hat.

Von der ungeheuren Masse, in welcher dieses vulkanische Produkt, diese sogenannte Asche ausgeworfen wird, geben uns die Umgebungen des Vesuvs, deren tragbarer trefflicher Boden auf viele Meilen aus nichts als vulkanischer Asche besteht, einen sehr eindringlichen Begriff. Der überaus fruchtbare Boden von Neapel hat an manchen geschützten Stellen, das heißt solchen, welche ehemals Thäler zwischen Hügeln bildeten, und die nunmehr durch Asche ausgefüllt sind, eine Tiefe von mehreren hundert Fuß; wie tief Herculanum unter ihr begraben, ist bereits angeführt worden. Damals bemerkte man die Asche nicht nur in Rom zollhoch niedersinkend, sondern sogar in Kleinasien, in Syrien war anfangs der Himmel gelb, dann röthlich, dann braun, und zuletzt senkte sich ein feiner brauner Staub in solcher Menge nieder, daß er alle Felder so hoch bedeckte, wie die Klinge eines Schwertes dick war. In der Nähe des Vesuvs, das heißt nicht mehr als 10 Meilen von demselben entfernt, war das Tageslicht völlig erloschen, und die Asche fiel mehrere Fuß hoch und ward um so viel mächtiger, je mehr man sich dem Vulkan näherte, bis sie jetzt nach mehrmals wiederholten Ausbrüchen und durch die Schwere der nachfolgenden Massen stark zusammengedrückt, über 30 Fuß tief liegt, damals also vielleicht eine mehr als doppelt so große Mächtigkeit hatte. Die Dauer der Verfinsterung des

Luftkreises ist sehr verschieden, doch selten weniger als einige Tage, oft aber Wochen und Monde lang, wie der berühmte Höhenrauch aus dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts beweist, welcher bekanntlich nichts weiter als ein Aschenauswurf des Hekla war.

Der französische Gelehrte Menard de la Groye stellt über die Ursache der feinen Zertheilung eine eigenthümliche Ansicht auf. Die geschmolzene Lava erfüllt bei einem Ausbruche bekanntlich die Zugänge nach dem Innern des Berges und den Trichter selbst. Nun strömen aber Dämpfe in ungeheurer Menge und mit einer solchen Gewalt durch diese Lava, daß sie Feuersäulen von vielen tausend Fuß Höhe bilden. Diese gewaltigen Luftströmungen reißen die geschmolzenen Gesteinmassen mit sich fort, peitschen dieselben erst zu Schaum und zermalmen nachher auch diese schaumigen blasigen Klumpen zu Pulver. Der Bimsstein ist solcher nicht zu Pulver geriebener Schaum, und der vulkanische Sand, welcher gröber ist und nicht so weit getragen wird als die feine, kaum sichtbare sogenannte Asche, ist dasjenige, was nicht durch das Sieb gegangen, die Körnchen von Augit, Magneteisen, Olivin und ähnliche Gesteine, niederfallend wie Hagel, indeß die zarteren Theile eine weit, und je feiner sie sind, immer weiter getragene Wolke bilden.

Der bei weitem größte Theil der Auswürflinge besteht aus Schlacken oder aus losgerissenen Massen der flüssigen Lava, die schon im Innern des Berges aufsiedet; sie werden häufig geschmolzen, glühend-flüssig in die Höhe geworfen, und sie ballen sich in der Luft dann zu mehr oder minder kugelähnlichen Gestalten, die beim Fallen am untersten Ende gerundet, am oberen aber lang gezogen, die birnförmige Tropfengestalt annehmen. Man nennt sie am Vesuv gewöhnlich vulkanische Bomben oder Thränen. Sie sind beim Niederfallen oft noch so weich, daß sie sich platt quetschen oder Eindrücke von der Bodenfläche annehmen, ja es ist ganz bekannt, daß man Münzen und allerlei Gegenstände in sie eindrückt und an die Reisenden verkauft. Nach dem Erkalten sieht man oft, daß sie eine concentrisch schalige Struktur haben, und dies hat sein Interesse wegen der Aehnlichkeit mit manchen ebenso gebildeten Basalt- und Dioritmassen, die mit dem Namen Kugeltrapp belegt werden. Die Größe dieser Bomben ist gewöhnlich gering, und zwar je kleiner, je regelmäßiger sie gebildet sind, nußgroß bis faustgroß; doch bisweilen haben sie am Vesuv auch den Durchmesser von einem Fuß und wiegen 50 bis 60 Pfund. Sie fliegen dann mit pfeifendem Geräusch am Beobachter vorüber und zerspringen häufig beim Niederfallen mit Heftigkeit, wenn sie in der Luft bereits hinlänglich erkaltet waren. Am Aetna waren sie noch größer, und Hoffmann fand bei seiner Besteigung dieses Berges in beträchtlicher Entfernung von dem Krater einen sehr schön

symmetrisch gestalteten Tropfen von *reichlich sechs* Fuß Länge, der beim Anprallen in mehrere Stücke zerschlagen war.

Diese Form erlangen die Lavamassen jedoch nur, wenn sie so flüssig emporgeschleudert werden, daß sie, gleich den Schrotkügelchen, im Fallen sich nach den Gesetzen der Anziehung und der Schwere gestalten können; ist das nicht der Fall, und ist die Lava nicht dünnflüssig, sondern teigartig zähe, so werden sie durch den Widerstand der Luft oder durch die Dämpfe, welche beim Erkalten entweichen, nur aufgebläht und verzerrt, und indem sie noch durch die Luft fliegen, zerreißen und verschieben sie sich und nehmen allerlei wunderliche, verzerrte Figuren an. Sie sehen oft aus wie gedrehte Taue, Baumstämme, Eiszapfen, und in diesen Formen sieht man sie häufig auf der Oberfläche der Vulkane umherliegen.

Wenn Schlackenstücke schon verhärtet wieder in den Krater zurückfallen, so werden sie, bei der ungeheuren Häufigkeit der fallenden sowohl als der gleichzeitig emporschießenden, von diesen letzteren wieder mit in die Höhe gerissen, hin und her gestoßen, aus ihrer eigentlichen Bahn geworfen, nach allen Richtungen umhergeschleudert; sie rollen nun in Menge von den äußern Wänden des Kraters herab und bilden das, was in der Sprache der Anwohner von Neapel Rapilli oder Lapilli genannt wird, eine Benennung, welche in die Wissenschaft aufgenommen worden ist.

Zu allen diesen Auswürflingen kommen nun noch andere von einer besonderen Art; dies sind nämlich Massengesteine, „*Bruchstücke der Umgebungen des vulkanischen Herdes und der Gebirgsarten*", durch welche der Vulkan sich Bahn gebrochen hat. Diese Stückengesteine, von dem *Wege* der geschmolzenen Massen, von dem *Wege* der Dämpfe und Gasarten losgerissen (wodurch die Bahn sich immer mehr erweitert), zeigen sich vorzugsweise am Anfange der Eruption, welche durch das Hinwegsprengen der Hindernisse auf ihrem Wege eingeleitet wird. Dieses war ursprünglich noch mehr der Fall als jetzt, daher man in immer tieferen Lagen der vulkanischen Asche Rapilli und Bimssteinschüttungen immer mehr und immer größere findet. Diese ältesten Eruptionen waren also wahrscheinlich die schwersten, und die neueren werden um so leichter, als der Weg für die glühenden Gase und Dämpfe von ungeheurer Spannung mehr und mehr erweitert worden ist.

Was man von solchen leicht erkennbaren, zackigen Gesteinmassen ältester wie neuester Zeit Hunderte von Fußen unter der Erdoberfläche oder oben auf derselben findet, gehört immer zu derjenigen Gebirgsart, welche in der Nähe des Vulkans die herrschende ist. So findet man im südlichen Frankreich in der Kette des Puy besonders Granitbrocken in den aufge-

schütteten Massen, auch Stücke von Glimmerschiefer, von Gneiß, und bei einigen der Vulkane im Bezirke von Limagne (gleichfalls im Departement Puy de Dome), welche auf Kalkschichten ruhen, finden sich auch unzweifelhaft Kalksteine unter den aufgeschütteten Bruchstücken. Ebenso ist es in der Eifel, in welcher die aufgeschütteten Wälle der erloschenen Vulkane fast aus lauter Schieferbrocken bestehen; der Untergrund ist die rheinische Schieferformation.

Etwas höchst Merkwürdiges führt jedoch Fr. Hoffmann an, indem er am Fuße der Vulkane Gesteinmassen nachgewiesen hat, welche so tief liegenden Gebirgsarten angehören, daß sie an der Oberfläche nirgends zu Tage kommen, noch dadurch besonders der Aufmerksamkeit werth, daß sie durch Umschmelzung und neues Krystallisiren und durch das Eindringen fremder Substanzen in ihre Masse ganz besondere Veränderungen erlitten haben.

Keiner unter den bekannten Vulkanen mag wohl in dieser Beziehung mehr Aufmerksamkeit verdienen als der so gut erforschte Vesuv. Isolirt aus einer sehr niedrigen Ebene emporsteigend, bildete derselbe muthmaßlich einst eine frei aus dem Meere hervorragende Insel, welche sich wahrscheinlich erst durch die Produkte ihrer Aufschüttung mit dem benachbarten Festlande verbunden hat, und der gegenüber sich die hohe Bergkette der Apenninen erhebt, eine mächtige Bildung von verhältnißmäßig sehr jungen Kalksteinen und Sandsteinen, unter welchen nur an der Süd- und an der Nordspitze Italiens, also in weiter Entfernung von Neapel, der ältere Granit sowohl als andere feldspathreiche Gesteine hervorbrechen. Alle diese Gesteine müssen daher unmittelbar unter dem Vesuv, in sehr ansehnlicher Tiefe unter der Decke des alten Meergrundes verborgen liegen; daher bieten auch die in den Schluchten des Monte Somma entblößten, locker aufgeschütteten Conglomerate eine Menge von Fragmenten, welche zu den gedachten Bildungen gehören. Hin und wieder sieht man unter denselben Bruchstücke verhärteten Mergels, mit sehr neuen (noch lebenden) Arten von Seethieren erfüllt, und diese tragen, als von der obersten Decke genommen, kaum Spuren einer Veränderung durch den Einfluß des vulkanischen Feuers an sich. Ungleich häufiger indeß finden sich hier Kalksteinblöcke oft von mehreren Fuß im Durchmesser und zuweilen noch ganz von derselben Beschaffenheit, wie der Kalkstein in der Apenninenkette gefunden wird. Doch vorwaltend häufig zeigt sich, daß sie mehr oder minder vollkommen geschmolzen wurden, und dann haben sie sich ganz oder theilweise zu einem in ausgezeichnetem Maße grobkörnigen, kristallinischen und schneeweißen Marmor verwandelt, welcher dem parischen und carrarischen an Schönheit und Vollendung nicht nachsteht.

Diese Thatsache ist gewiß ungemein merkwürdig, und sie erweist sich durch Untersuchungen an Ort und Stelle aufs vollständigste; denn oft sind in solchen Fällen dem Marmor einzelne Lavastücke oder Bimssteine oder Brocken von feldspathreichen Gebirgsarten eingeschmolzen mit allen Zeichen einer gleichzeitigen Erkaltung, und das Innere dieser Kalkblöcke enthält bekanntlich Drusen schön krystallisirter Mineralien, wie Augit, Vesuvian, Leucit, Hauyit ꝛc., welche unter allen anderen bekannten Umständen ganz deutlich Produkte des Vulkanismus und der Vulkane sind.

Außer diesen Kalkgesteinen kommen ferner noch in unzähliger Menge hier Blöcke von feldspathreichen Gebirgsarten vor, sogenannte vulkanische Bomben, welche auf die auffallendste Weise an Granit, Gneiß und Syenit erinnern. Sie sind häufig noch in die Schlackenkruste neuer Laven eingehüllt und zeigen sich immer von den mit ihnen verglichenen Gebirgsarten abweichend, da sie deutlich eine Schmelzung und Umwandlung erlitten haben. Das Herrschen des Feldspathes aber ist in ihnen in der That um so merkwürdiger, als die Produkte des neuen Vesuvkegels keine Spur von dem Vorkommen des Feldspathes weder in Laven noch in Schlacken-Conglomeraten aufzuweisen haben. Das Zusammentreffen heterogener Substanzen und die mannichfachen Bedingungen, unter welchen die Umschmelzung dieser Auswürflinge vor sich ging, hat in den Umgebungen des Vesuvs eine so außerordentliche Menge von Combinationen oder Mineralspezies hervorgebracht, wie wir an keinem anderem Orte der Erde finden. So sind die Schluchten des Monte Somma, und unter ihnen besonders die zugängliche „fossa grande“ berühmte Fundgruben für die Mineralogen geworden, und es ist dort die Summe von 82 Mineralspezies (d. h. beinahe der vierte Theil aller bekannten) vorhanden, und alle Jahre kommen noch neue Entdeckungen hinzu.

Man sieht hieraus deutlich, was man schon seit langer Zeit hätte wissen können, wenn man geneigt gewesen wäre, die Thatsachen an einander zu reihen und das nutzlose Erbauen von Systemen aufzugeben: daß die Vulkane durchaus nicht eine Oberflächen-Erscheinung sind, sondern ihren Sitz tief im Innern der Erde haben. Jetzt aber ist ihr Studium für den Chemiker noch von einem besonderen Interesse, indem derselbe in der Art des Vorkommens und der Verbindung dieser Mineralien einen Aufschluß über die Entstehungsweise derjenigen findet, die künstlich nachzubilden ihm nicht gelingt.

Uebrigens muß hier noch hinzugefügt werden, daß, wenn die erwähnten Substanzen sich auch fast nur unter den ältesten Auswürflingen des Vesuvs am Monte Somma finden, der heutige Vulkan doch auch hin und wieder noch ähnliche Erzeugnisse auswirft. So hat Scipio Breislack (geb.

1768 zu Rom und dem geistlichen Stande gewidmet, aus eignem Antrieb aber die Naturwissenschaften mit großer Liebe umfassend, der Theologie entsagend und schon in seinem 30. Jahre, gleich Friedrich Hoffmann ein halbes Jahrhundert später, einer der größten Geologen seiner Zeit),*) einen Marmorblock an dem Rande der Eruptionsöffnung von 1794 gefunden, und 1822 sind dergleichen Brocken und Blöcke häufig unter den Auswürflingen gewesen. Ein krystallinisches, granitähnliches, feldspathreiches Gestein fand außer dem oben genannten Naturforscher auch L. von Buch bei der Mündung des Auswurfskraters von 1794, und Friedrich Hoffmann fand dergleichen an den Abhängen und auf den Kraterwänden, sowie auch jene Gemenge vom grünen Glimmer und Vesuvian, welche an der Somma so häufig sind.

Ebenso ist es im Allgemeinen auch an dem Eruptionskegel des Aetna; auch er führt Blöcke von Urgebirgsarten unter seinen älteren Conglomeraten, ja der Professor Gemellaro zu Cantanea, den der Verfasser persönlich bei zweien der Naturforscher-Versammlungen im südlichen Deutschland kennen lernte, hat sogar ein Stück Granit mit eingesprengtem Zinnstein gefunden, wie derselbe in ganz Sicilien nirgends vorkommt.

Geht aus solchen Erscheinungen — wofür die Beispiele sich sehr anhäufen ließen — die große Tiefe hervor, in welcher der vulkanische Herd sich befinden muß, so geht hiermit Hand in Hand die ungeheure Kraft, welche der Vulkan haben muß, um solche Blöcke — und man hat deren von 9 bis 10 Fuß Durchmesser gefunden — emporzuheben, nicht nur in dem Schlunde selbst, in welchem die Dämpfe zusammengepreßt sind, sondern viele tausend Fuß über denselben hinaus. Man hat die Bahnen der glühenden Steine, welche sich besonders bei Nacht sehr wohl verfolgen lassen, beobachtet und hat die Zeit gemessen, welche vergeht, bis dieselben von dem höchsten Punkte ihrer Bombenbahn bis zum Aufprallen und Zerspringen auf die Oberfläche gelangen, und hat gefunden, daß hiezu bis 21 Sekunden Fallzeit gehören, was eine Höhe von 6615 Fuß bedingt. Der Vesuv soll außer seiner Feuersäule, welche nicht selten 9000 Fuß Höhe hat, gewaltige Steinmassen bis gegen 4000 Fuß hoch werfen; selbst bei dem höchsten Vulkan der Erde, dem Cotopaxi, hat La Condamine Wurfhöhen von 3000 Fuß beobachtet (senkrecht über der Höhe des Gipfels).

Da man die Tiefe, aus welcher diese Steine kommen, gar nicht kennt,

*) Er gab 1798 seine Topografia fisica della Campania zu Florenz heraus, untersuchte dann bei seinem Aufenthalt in Frankreich die Gegend der Auvergne und schrieb nun, nach Errichtung des Königreichs Italien von der neuen Regierung mit einem wichtigen Posten betraut, seine Introducione della Geologia, welche zu Mailand im Jahre 1811 erschien.

sie also ebenso gut mehrere Tausend Fuß über der Meeresfläche, als 30- bis 60 000 Fuß unter der Meeresfläche ihre Bahn begonnen haben können, so ist von einer Berechnung der erforderlichen Kraft eigentlich gar keine Rede, man kann also nur die einzelnen Thatsachen anführen; hierzu gehört aber unzweifelhaft Folgendes.

Neapel liegt an einem halbkreisförmigen Meeresbecken, auf dessen einer Seite der Vesuv weit vorgeschoben ist, indessen ihm gegenüber, in gerader Linie zwei und eine halbe Meile entfernt, die Bergkette, welche Amalfi von Castell' a mare trennt (ein nach Westen vorgeschobener Zweig der Apenninen), an das Meer tritt. An der inneren nach Neapel gerichteten Seite dieses Bergzuges liegt Stabiä, welches von dem berühmten Aschenauswurf des Vesus verschüttet wurde, und auf der Höhe dieses Gebirges sieht man eine dichte Decke von Bimsstein und Lavabrocken, so daß man auf ganz vulkanischem Boden zu wandeln glaubt, indeß das Gebirge nicht eine Spur vulkanischer Thätigkeit zeigt, im Gegentheil dasselbe aus Kalkstein besteht. Faustgroße Stücke einer deutlich erkennbaren Leucitlava wurden von Hoffmann in großer Menge gefunden, und es ist unzweifelhaft, daß dieselben nirgends anders herrühren können als vom Vesuv.

Die zerkleinerten Substanzen, sobald sie fein genug sind, um der Windrichtung zu folgen, werden viel weiter geführt; die entferntesten Thäler der Apenninen, die Hochflächen von 2000 bis 3000 Fuß, sind häufig mit sehr fruchtbarer Erde bedeckt, welche auf dem massiven Kalkstein gelagert ist. Diese Erde ist durchaus nichts Anderes als vulkanische Asche, in welcher man noch Brocken kleiner Augitkrystalle unterscheidet; ja man hat dieselbe Erscheinung sogar auf den Abhängen der Apenninen, welche dem Meere von Adria zugekehrt sind, gefunden, woselbst gar keine vulkanischen Berge vorhanden, wenn man nicht die Euganeen in Oberitalien dazu zählen will, welche denn doch beinahe zu weit entfernt wären.

Die trockene Asche, in solche Entfernungen geführt, gewährt dereinstigen Pflanzungen reichliche Nahrung; die feuchte, entweder mit den vom Vulkan ausgestoßenen Dämpfen gemischt oder von der Regenwolke, die sich gewöhnlich über dem Krater bildet, herbeigeführt, tödtet die vorhandenen, indem sie die Blätter mit einem feinen Ueberzuge von Schlamm bedeckt, welcher bald trocknet und die Pflanzen völlig erstickt. Allerdings ist diese vulkanische Asche (vielleicht durch einen geringen Antheil von Schwefelsäure, welche sie enthält, und welche sowohl die Keimkraft des Samens ungemein erhöht, als auch die den Vegetabilien nöthigen Nahrungsstoffe leicht auflöslich macht) geeignet, den durch sie angerichteten Verlust reichlich zu ersetzen, doch freilich erst nach Jahren, und diese Aussicht verringert für den Italiener den Schmerz um den erlittenen Verlust nicht bedeutend.

Wir haben von den vulkanischen Produkten noch die Lava zu betrachten. Wie bereits bemerkt, stehen die Lava-Ergüsse und deren Häufigkeit mit der Höhe des Berges in umgekehrtem Verhältnisse, so daß die kleinsten Vulkane immerfort oder wenigstens bei jedem Ausbruch Lava bringen, die höheren weniger und die höchsten gar nicht. Die Dämpfe, welche die geschmolzene Gesteinmasse bis zu 18- und 20 000 Fuß heben sollten, müßten eine Spannungskraft haben, welche stark genug wäre, um die Erde auseinander zu sprengen; hierzu fehlt es zweifelsohne an der nöthigen Temperatur, wovon die Elasticität der Gasarten eine Funktion ist.

Die Lava der Andesvulkane wird daher nie in einem verheerenden Strome ergossen, gleich der des Aetna und des Vesuvs, sondern sie wird unter fortwährendem Kochen durch die gespannten Gase brocken-, klumpen-, bombenweise über den Krater hinausgeworfen, die glasartigen Substanzen werden zu feinen Fäden gesponnen und bedecken oft ganze Strecken mit ihrem Seidenglanz. Die Ausbrüche dieser Vulkane dauern daher viel länger und sind viel heftiger, weil dasjenige, was das Entweichen der Gasarten hindert, die Lava, so hartnäckig an Ort und Stelle bleibt.

Bei den niedrigen Bergen tritt ein anderes Verhältniß ein. Aus dem Innern der Erde steigt eine große Masse geschmolzenen Gesteins, die Lava, in dem Krater auf, bis der Druck dieser Substanzen der Spannung der Dämpfe im Innern das Gleichgewicht hält. Entweder ist nun der hydrostatische Druck groß genug, um das Hinderniß, welches die Seitenwände des Vulkans dem Abfluß der Lava entgegensetzen, zu überwinden, oder es ist dies nicht der Fall; alsdann steht die glühende Lava längere Zeit in dem Kessel und theilt ihm von ihrer hohen Temperatur Beträchtliches mit. Dies hat Ausdehnung zur Folge, und da die Kraterwände dick sind, eine *ungleiche* Ausdehnung, inwendig viel stärker als auswendig. Die Gewalt, welche ein sich durch Temperaturerhöhung ausdehnender Körper hat, ist aber so groß, daß wir nichts kennen, was ihr erfolgreich Widerstand zu leisten vermöchte, und es braucht der Temperaturunterschied gar nicht Tausende von Graden zu betragen; vierzig sind deren schon genug, um ein Glas von zolldicken Wänden zu zersprengen, wenn sie plötzlich seinem Innern mitgetheilt werden, indeß das Aeußere auf der niedrigen Temperatur bleibt.

Dieser Vorgang scheint auch bei den Vulkanen mittlerer Größe der gewöhnliche. Nachdem der Auswurf eine Zeit lang, ein oder ein paar Tage, gedauert, die Lava einen sehr hohen Stand erreicht und die inneren Kraterwände sehr erhitzt hat, vermögen die äußeren der Gewalt der Ausdehnung nicht mehr zu widerstehen; die Temperatur pflanzt sich viel zu langsam fort, um die äußeren in gleichem Maße wie die inneren zu er-

wärmen und auszudehnen: unter einem entsetzlichen Krachen löst sich an irgend einer Stelle das Band der Cohäsion, und ein breiter Spalt klafft vielleicht vom Gipfel des Vulkans bis zu seinem Fuße hernieder, unter anderen Umständen natürlich auch nicht so weit. Dieser Sprung öffnet nun der Lava den Ausgang, welche je nach der Höhe ihrer Auftreibung und nach dem Grade ihrer Dünnflüssigkeit mit mehr oder minderer Gewalt aus demselben entweicht. Da der Sprung jedoch nach außen zu am weitesten ist, nach innen zu immer enger wird, dort, wo die Lava selbst hoch ansteht, vielleicht als Sprung und Spalt gar nicht existirt, indem das daselbst stark erhitzte, vielleicht gar erweichte Gestein zwar den Riß verursachte, nicht aber selbst gerissen ist, so hat die Lava sich zuvörderst selbst Bahn bis in den Spalt zu brechen, und dies geschieht meistens durch die tumultuarisch ausströmenden Gase und Dämpfe, welche den neueröffneten Weg als den nähern und leichtern dem andern durch die glühende Lavamasse vorziehen. So wird nun seitwärts eine Eruption stattfinden. Indessen sie in dem Hauptkrater beinahe oder gänzlich aufhört, bildet sich auf dem Spalt eine neue Oeffnung, aus welcher nicht bloß die Lava strömt, sondern Asche, Sand, Steine mit großer Gewalt geworfen werden, wodurch sich ein Eruptions- oder Schuttkegel bildet, während die Lava sich nach und nach entleert, in dem eigentlichen Krater bis zu der Linie herabsinkt, welche sich in gleicher Höhe mit der neuen Oeffnung befindet.

Die Dämpfe, die Gestein- und Sandmassen werden noch eine Zeit lang aus dieser Oeffnung geschleudert, bis sie sich selbst den Weg verstopfen und die Lava so weit erstarrt ist, um ihnen keinen Ausweg mehr zu gestatten.

Jetzt steigt die Lava wieder im Innern des Kraters; allein da schon ein mächtiger Riß vorhanden ist, so wird sie nicht so hoch zu steigen brauchen, um sich von Neuem irgendwo unterhalb des eben geschaffenen Eruptionskegels eben diesen Riß so zu erweitern, daß sie von Neuem ausfließt. Auch hier wiederholt sich der Vorgang des Emporwerfens von Asche, Sand, Gestein ꝛc., bis sich abermals ein Hügel mit einem Krater gebildet, dieser sich wiederum verstopft hat und der ganze Vorgang sich vielleicht zum dritten und vierten Male wiederholt, bis aller Vorrath von geschmolzenen Substanzen im Innern des Berges erschöpft ist. (Vergl. S. 457 u. f.)

Es ist dies nicht eine Hypothese (die Leser werden bereits wissen, daß der Verfasser kein Freund von Hypothesen ist, sondern die Thatsachen sprechen läßt), es ist nicht der Versuch einer Erklärung dieser Anhäufungen von Hügeln um den Vulkan her: ist es die Darstellung des Vorganges, der sich unter unseren Augen vielfach begeben. Es entstanden auf

dieser Weise im Jahre 1794 bei dem Ausbruch des Vesuvs fünf Berge hinter einander, welche L. v. Buch sehr genau beschrieben hat; ebenso viele bildeten sich bei dem Ausbruch des Jahres 1760, und auf guten Karten des Vesuvs sieht man dieselben unter dem Namen Vicili oder Vocole fast geradlinig hinter einander von der Mitte des Berges zu seinem Fuße über Torre dell' Annunciata hinabsteigen.

Zeigt uns der Vesuv schon dieses Phänomen, welcher noch nicht so hoch ist, daß Lavaausflüsse über den Kraterrand selten wären, so wird der Aetna davon noch viel zahlreichere Beispiele liefern. Alle Reisenden, welche diesen herrlichen Berg bestiegen, sind hier auf das eigenthümliche Vorkommen zahlreicher schöner Kegelberge in seinen unteren Regionen aufmerksam gewesen. Als Scrope im Jahre 1819 den Gipfel des Aetna bestieg, zählte er gegen 70, Spalanzani giebt über 100 an, und Hoffmann trug mit Gemellaro in Catanea deren 70 auf einer genauen Karte des Berges nach eigenen Beobachtungen und Vermessungen ein, welche von den Bewohnern für bedeutend genug gehalten werden, um dieselben durch besondere Benennungen von einander zu unterscheiden.

Viele dieser Hügel sind allerdings in vorhistorischer Zeit gebildet und würden auch nur zu einer Hypothese führen; allein was in historischer Zeit, was unter unseren Augen vorgefallen, läßt sich doch nicht hinwegleugnen. Bei der Eruption vom Jahre 1536 entstanden zwölf solcher Kegel an der Seite des Berges. Als am 11. März 1660 der Aetna einen seiner größten Ausbrüche machte, durch welchen Catanea zur Hälfte mit Lava überschüttet wurde, quoll diese aus einem wenige Minuten vorher geöffneten Spalt hervor (der noch unverkennbar ist), und es bildete sich daraus der Monte Rosso bei Nicolosi, welchen alle Reisenden zu besuchen pflegen; er mißt 820 Fuß über der Ebene (3007 Fuß über dem Meere) und wurde vor den Augen der entsetzten Bewohner von Catanea in wenigen Tagen aufgeschüttet. Noch jetzt sind zwei wohl erhaltene, halb mit einander verbundene Krater auf seinem Gipfel zu sehen, und er selbst in seiner ganzen, wohl eine Stunde im Umfang haltenden Masse besteht durchweg aus schwarzen Bruchstücken von Augit und rothen Schlackenbrocken, sowie aus Feldspathblättern, welche Farbe ihm seinen Namen (der rothe Berg) gegeben hat. Von ihm aus war die ganze Umgegend von beträchtlich mehr als einer Quadratmeile mit einer Decke von schwarzem Sande überschüttet, bis zu mehreren Fuß hoch und ganz uncultivirbar, da die Augitkrystalle, aus denen er besteht, nicht verwittern, wodurch die Umgegend von Nicolosi ein entsetzliches, düsteres Ansehen erhält, um so trauriger, als sonst der vulkanische Boden eine ans Wunderbare grenzende Produktionsfähigkeit entwickelt.

Das wichtigste Zeugniß für die Thatsächlichkeit solcher Spaltung, Aufreißung der Bergmasse und solcher Aufschüttung von neuen Kegeln bei den Lava-Ergießungen giebt jedoch Gemellaro selbst als Augenzeuge.

Bei dem mächtigen Ausbruch des Aetna im Jahre 1811 entstand an der Ostseite des Berges, in dem Kesselthale, welches die Sicilianer Val del Bove nennen, eine ungeheure Kluft, und auf derselben sprangen nach einander unter Gemellaro's Augen sieben Krater auf, welche sich zu ebenso vielen Bergen ausbildeten, aufgeschüttet durch die Eruptionsmasse und die Lava, die einer Oeffnung nach der andern entströmte, die zweite unter Donnergetöse sich erst bildend, wenn die erste, die dritte, wenn die zweite verschüttet war und ihr keinen Durchgang mehr gestattete.

Dasselbe hat sich ebenso bestimmt auf Island, auf den Sandwich-Inseln, auf den Philippinen wiederholt, und es darf als völlig außer Zweifel angesehen werden; aber noch eine andere höchst interessante Erscheinung ist durch eben diese Thatsache erklärt, welche man sonst schwer zu verstehen mußte.

Im Harz, im Erzgebirge, ferner bei weitem schöner und auffallend regelmäßiger gestaltet in Schottland und Nord-England, auf der Insel Elba und an anderen Orten, sieht man sogenannte Teufelsmauern, steil aus dem Erdboden hervorstehende Grate. Mitunter ist solche Mauer nur der Kamm des ursprünglich erhobenen, festen Gesteines, von welchem, durch Verwitterung erweicht, die Oberflächenbedeckung abgewaschen ist, an anderen Orten aber ist es nichts weiter als die Gangausfüllung eines Gebirgsspaltes mit der aus dem Boden hervordringenden Eruptivmasse. Die Vulkane geben für das Letztere den unwiderleglichsten Beweis. Alle solche Spalten wie diejenigen, von denen wir gesprochen, werden von der Lava eines vulkanischen Erguſſes nach und nach gänzlich ausgefüllt; da die Lava aber hier in einem im Vergleich mit ihrer Gesammtmasse nur schmalen Streifen auftritt, da sie ferner beiderseitig sich an feste und kalte Mauern anlegt, so kühlt sie sich in dieser Berührung schnell, nach innen dagegen viel langsamer ab. Das noch flüssige Innere der Lava in dem Spalt, durch immer nachschiebendes geschmolzenes Gestein gedrängt, erfüllt nicht nur den Spalt, sondern quillt aus demselben empor, erhebt sich über die Ränder und bildet so eine steile Mauer vielleicht nur von wenigen Fuß Dicke. Ist das Gestein, in welchem sie ihr Fundament hat, weich, leicht zerstörbar, so nagen Regen, Wind und Wetter immerfort daran, und die Mauer tritt nun mit senkrechten Wänden aus der Erde hervor. So sieht man im nördlichen England eine 13 Meilen lange und 6 Fuß breite Basaltmasse quer durch die Insel von der Middleton-Bai bis nach der Robin-Hood-Bai ziehen und zwei bedeutende Flußthäler durchsetzen. Der

ganze Norden und Westen von Irland ist so gebildet, so die Fingalshöhle auf Staffa und der Riesendamm und viele andere ähnlicher Art; am großartigsten tritt sie uns aber entgegen auf der Insel Island, wo die Lava- oder Basaltmasse 1400 Quadratmeilen, und in Vorder-Indien, wo sie 12 000 Quadratmeilen einnimmt, gleich einer Mauer mehrere Tausend (in Indien bis 4000) Fuß erhoben, mit ganz schroffen Rändern, ein deutliches Anzeichen ihrer Bildung als glasartig geschmolzene Gesteinmasse, durch innere Kräfte emporgehoben und nach der Erkaltung in dieser schroffen Form, in der sie emporgehoben wurde, unverwüstlich stehen bleibend.

Ist es kein Spalt, sondern eine eng begrenzte Oeffnung, aus der die geschmolzene Masse emporgedrungen, so bildet der Basalt einen kegelförmigen Berg über seinem Entstehungsorte; dann ist es gewissermaßen der Kopf eines Nagels, welcher seinen Stift tief im Schooße der Erde hat. In Bergwerken konnte man diese Entstehungsart verfolgen, indem man von der Seite her unterhalb des Basaltkegels, in Stollen fortscheitend, bis zu seinem cylindrischen Schafte gelangte.

Den oben beschriebenen Hergang hat man gesehen; man kann also mit Recht behaupten, wo sich ähnliche Resultate zeigen, seien ähnliche Vorgänge die Ursache, d. h. jene aus der Erde, aus dem Sedimentgestein hervorragende Masse danke ihr Erscheinen Vorgängen, die wir jetzt vulkanische nennen, und welche man für die Vorzeit zur Unterscheidung von den jüngsten plutonische genannt hat. Alle Steine, welche man als geschmolzen anzusehen Ursache hat, waren in demselben Falle; die Trappgesteine, der Granit, der Porphyr ꝛc. bilden auf Elba, auf Sicilien, mitten im europäischen Festlande ganz gleiche Hervorragungen oder Mauern.

Um eine möglichst vollkommene Ansicht von den Umständen zu schaffen, welche das Ausbrechen der Lava begleiten, erscheint es wünschenswerth, dieselbe von ihrer Quelle bis zu ihrer Verwandlung in eine feste Gesteinmasse zu verfolgen, als welche wir sie in den Abhängen und an dem Fuße der Vulkane wiederfinden.

Nur wenigen Naturforschern ist es gelungen, den allerdings seltenen Moment zu treffen, in welchem sie die Lava in hinreichender Nähe zwischen den Wänden des Kraters selbst beobachten konnten. Unter ihnen wäre fast allein Spalanzani geb. zu Scandiana, einer kleinen Stadt im Herzogthum Modena, gest. 1799 als berühmter Naturforscher und Entdecker des sechsten Sinnes, der Fledermausigkeit),*) zu nennen, welchem ein tief

*) Er hatte gefunden, daß die Fledermäuse nicht nur im Finstern, sondern auch, wenn man ihnen die Augen ausgestochen hatte, mit vollkommener Sicherheit umherflogen, in einem engen Zimmer sich nirgends stießen, direkt auf eine Wand mit Hast zuflogen und einen Zoll davor umkehrten, ohne an dieselbe anzurennen, ja daß sie mit Sicherheit den kleinsten

eindringender Blick in das Innere der vulkanischen Werkstätten vergönnt war. Als er sich nämlich am 4. September 1788 auf dem Gipfel des Aetna befand, sah er auf dem Boden des Kraters, über welchen sich die Ränder, seiner Schätzung nach, noch um etwa 800 Fuß erhoben, aus einer kreisrunden Oeffnung von etwa 60 Fuß Durchmesser eine dicke weiße Dampfwolke hervortreten, und da er auf der dem Winde abgekehrten Seite stand, so sah er aus geringer Entfernung in der Tiefe dieser Oeffnung die glühend-flüssige Lava fortwährend aufwallen und sich kräuseln. Näher zu kommen, gestatteten ihm damals die Umstände nicht.

Sehr viel näher aber solcher kochenden Lava befand sich Fr. Hoffmann (im Dezember 1831 und Januar 1832) auf dem Stromboli. Dieser Vulkan, ein abgestumpfter Kegel, beinahe ganz ohne anbaubare Flächen, nur nackten Fels zeigend, und dennoch von mehr als tausend Menschen bewohnt, ist durch einen mächtigen Riß, welcher durch die ganze kleine Insel geht, von oben bis unten gespalten, wie die Figur auf Seite 530 zeigt, und nur noch die eine Hälfte der Kraters ist als eine halbkreisförmige Umfassungsmauer erhalten. Auf dem Boden dieses halb weggebrochenen Ringes liegen Eruptionsöffnungen. Die locker aufgeschütteten Wände fallen gegen das Innere der Feuerschlünde fast senkrecht ab; man kann daher deutlich das Innere dieser Oeffnung überschauen. Als Fr. Hoffmann diesen Vulkan besuchte, waren drei thätige Oeffnungen in demselben. Die mittlere oder Hauptöffnung hatte reichlich 200 Fuß Durchmesser, dampfte stets, und zahlreiche hochgelbe Schwefelkrystalle bekleideten die Wände ihres Schlotes. Ihr zur Seite indeß, näher den Kraterwänden, befand sich eine zweite, etwas höher liegende Oeffnung von etwa 20 Fuß Durchmesser, welche eine erhöhte und ununterbrochene Thätigkeit zeigte.

An dieser Stelle erschien die im Aufsieden befindliche Lava, welche sich zu ergießen im Begriffe stand, zuerst nicht, wie eine erhitzte Einbildungskraft sie sich wohl zu denken im Stande ist, als eine brennende Masse, die von Flammen bedeckt ist, welche früheren unvollkommenen Beschreibungen zufolge aus dem Schlote hervorlodern, sondern sie zeigte sich hellglänzend wie ein geschmolzenes Metall, wie das Eisen, wel-

Schlupfwinkel fanden, und er schrieb diese Geschicklichkeit oder Fähigkeit einem sechsten Sinne zu, mit welcher Erfindung er starb, nachdem er bei Besetzung des Herzogthums durch die französische Armee dem Schicksal des Archimedes — bei einem „noli turbare circulos meos“ ermordet zu werden — nur zur Noth entgangen war, in seinem 70sten Jahre, 1799. Spätere Untersuchungen haben gezeigt, daß dieser sechste Sinn in einem sehr verfeinerten Gefühle der zarten, über die Zehen des Vorderarmes gespannten Flughaut ihre Ursache hat, und daß eine Fledermaus, deren Flughaut durch eine Säure unempfindlich geätzt war, an jeder Wand sich den Kopf einstieß. Hiermit war der sechste Sinn kurz nach seinem Erfinder begraben.

ches aus dem Hochofen zum Gießen hervorströmt, oder wie eine im Glühofen liegende Glasmasse. So beschrieben sie auch Spalanzani und Hamilton, als sie Gelegenheit hatten, die Lava von 1765 am Vesuv ganz nahe an der Quelle zu beobachten.

In dem gewöhnlichen Zustande auf- und niederwogend, mochte diese glühend flüssige Lavasäule stets wohl noch 20 bis 30 Fuß tief unter der Oberfläche zurückbleiben; sie wurde offenbar in dieser Stellung durch die furchtbar erhöhte Spannung von im Innern eingeschlossenen elastischen Dampfmassen getragen, und sehr deutlich war das nie aufhörende Spiel des von oben herabwirkenden Druckes und des hinauftreibenden Gegendruckes zu sehen, welchen die hinaufströmenden Dampfmassen ausübten; denn im gewöhnlichen Zustande bewegte sich die Oberfläche sehr gleichförmig und fast taktmäßig in sekundenlangen Abständen um eine nicht bedeutende Höhe auf und nieder. Man vernahm dabei gleichzeitig ein eigenthümliches Geräusch, das Hoffmann versucht war mit dem Getöse zu vergleichen, welches die eintretenden Luftströme an der Oeffnung von der innern Thür eines Flammenofens veranlassen. Jedem Stoß, welcher die Lavasäule ruckweise emporhob, folgte das deutlich und scharf begrenzte Austreten eines lichtweißen Dampfballens aus der Oberfläche, und sobald dieser entwichen war, sank die Lavasäule wieder nieder. So oft aber diese Dampfballen austraten, rissen sie regelmäßig einige rothglühende Stücke von der Oberfläche der Lava mit sich herauf, und diese tanzten, wie von unsichtbaren Kräften getrieben, über den Rand der Oeffnung gleichsam taktmäßig hinaus und machten den Anblick dieses Spiels ungemein malerisch.

Von Zeit zu Zeit, meist alle Viertelstunden und zwei-, selbst mehrmal hinter einander, ward dieser regelmäßig sich fortsetzende Rhythmus auf eine mehr tumultuarische Weise unterbrochen. Man sah nämlich plötzlich, nachdem die Lavasäule einige Augenblicke lang sich stärker erhoben hatte, die darüber befindliche aufwirbelnde Dampfmasse ruckend stehen bleiben und eine schwache rückgängige Bewegung machen.

Wie der Leser nach ähnlichen, bereits erwähnten Vorgängen schließen wird, war dies die Folge davon, daß die eingeschlossenen Gasmengen sich gezwungen sahen, einen andern Weg zu suchen, um aus dem Erdinnern hervordringen zu können; die alte Oeffnung wurde in Folge irgend eines Vorfalles, wahrscheinlich durch zeitweise Ueberlagerung der glühenden Lava, für den Augenblick verstopft, die unter ihr befindlichen Gase wurden aufs Neue zusammengepreßt, wichen nach allen Seiten aus, suchten neue Oeffnungen und durchzuckten gleichzeitig schreckhaft die Beobachter durch eine mehr oder minder heftige Erzitterung des Bodens, wobei die lockeren Kraterwände in eine sichtbar schwankende Bewegung kamen: es war ein

deutliches Erdbeben. Unmittelbar daran knüpfte sich ein dumpf polterndes Geräusch in der Eruptionsöffnung, und mit helltönendem Geprassel stürzte eine große Dampfmasse aus der Mündung hervor. Sie riß gleichzeitig die obere Lavamasse, zu Tausenden glühender Stücke zerkleinert, aus dem Krater hervor. Eine starke davon ausgehende Erhitzung schlug dem Beobachter lebhaft ins Gesicht, und ein garbenförmig sich hoch ausdehnender Feuerregen stürzte prasselnd auf die Umgebungen nieder. Einige Stücke flogen bis 1200 Fuß hoch in großen Bogen über die Köpfe hinweg. Unmittelbar darauf schien jedesmal die Lavasäule aus dem Krater verschwun-

Der Stromboli.

den, sie hatte sich tiefer in das Innere des Schlotes zurückgezogen, es trat augenblickliche Ruhe ein. Doch nicht lange, so begann wieder das Glühen in der vor uns liegenden Oeffnung, die Lava stieg langsam bis auf ihr altes Niveau; es begann von Neuem das oben geschilderte taktmäßige Spiel, und es dauerte dies so lange, bis eine neue Explosion wieder den oberen Theil der Lavasäule herauswarf.

So zeigte sich im Wesentlichen die Reihenfolge der Haupterscheinungen in dieser vulkanischen Werkstätte, oft modificirt, je nachdem die emportreibende Lavamasse dünnflüssig oder zähe und dem oberen Rande der Kratermündung mehr oder minder genähert war. Spalanzani sah einmal dort

eine Erscheinung, welche recht deutlich zeigt, wie nur die Kraft der Dämpfe diese Bewegungen veranlassen könne. Plötzlich verschwand nämlich einmal Nachts beim Zusammenwirken die Lava in die Tiefe des Kraters, ohne wiederzukehren: die Gluth, welche bisher die Umgebungen erleuchtet hatte, verlosch, und statt dessen erschienen zahllose kleine Dampfsäulen an den Rändern des Vulkans, an den Abhängen und Seitenwänden des Kraters, die sich mit einem zischenden Geräusch, welches er mit dem Rauschen der Blasebälge in Schmelzhütten vergleicht, in die Höhe arbeiteten. So dauerte die Erscheinung einige Minuten lang, und schon ward der aus den Seitenwänden strömende Dampf dem Beobachter sehr beschwerlich; da stieg plötzlich wieder der glühende Spiegel aus der Tiefe herauf, und das Steigen und Fallen der Lava nahm seinen gewöhnlichen Gang. Er bemerkt sehr richtig hierbei, daß, wenn einmal zufällig die Zähigkeit der Lava beim Niedersinken den emporsteigenden Dämpfen den Austritt erschwert, sie seitwärts durch die Risse in den Wänden hervordringen und dann die Lava nicht in die Höhe zu treiben vermögen. Erst in dem Zustande größerer Erhitzung und Flüssigkeit wird sie von den Dämpfen mit heraufgerissen, und nun ist die Erscheinung wiederhergestellt.

Was Hoffmann beim Stromboli gesehen, das fand er auch bei wiederholtem Besuche des Vesuvs. In der Mitte des Kraters befindet sich ein zweiter Krater, in welchem die Lava auf- und niederwallt; nur die Größe der in demselben befindlichen Oeffnungen ist bedeutender, und die Explosionen der Dampfballen, das Umherschleudern der glühenden flüssigen Lavastücke, das Hinaufschwanken der Lavamasse im Schlote geschieht mit größerer, oft schreckenerregender Heftigkeit, oft Schlag auf Schlag unmittelbar nach einander, eben weil ja der Vesuv bedeutend niedriger als der Aetna ist.

Auf Stromboli läßt sich der Zusammenhang aller dahin gehörigen Thatsachen ungleich deutlicher und vollständiger wahrnehmen; denn zu den oben beschriebenen kam noch eine dritte Mündung, ungefähr 100—150 Fuß tiefer als die explodirende, hinzu, deren Lage es höchst wahrscheinlich machte, daß sie weiter nichts sei, als eine Seitenöffnung der Röhre, welche zu der ersten Mündung aufstieg. Aus dieser Seitenöffnung floß dann langsam und gleichförmig unter dem Druck der darüber auf- und abwogenden Lavasäule ein schmaler Lavastrom zu den Abhängen des gespaltenen Berges herunter. Dieses Zusammentreffen macht die erwähnte Lokalität einzig in ihrer Art für das Studium der vulkanischen Werkstätten.

Daß bei den größeren, namentlich bei den höheren Vulkanen die Lava nur selten über den Krater hinausfließt, haben wir bereits angeführt; in Folge dessen wird die Höhe des Standpunktes der geschmolzenen Gesteine über der Stelle, wo sie endlich ausbricht, über die Art ihres Ausbruchs

entscheiden: es bildet sich gewöhnlich ein überaus prachtvoller, paraboliſch gestalteter Springbrunnen von feurig-flüſſigem Geſtein in einer ſo wunderbaren Ausdehnung, in einem ſolchen Glanze, daß ſelbſt ein ſo dichteriſch reich begabter Geiſt, wie der eines Humboldt, eines Hamilton, vergeblich verſucht hat, den Eindruck, den ſolch ein Ereigniß macht, durch Worte wiederzugeben. Der Letztere war nahe genug dabei, als er den mächtigen Ausbruch des Veſuvs beobachtete, von dem bereits mehrere Male geſprochen. Unter furchtbarem Donnergetöſe öffnete ſich kaum tauſend Schritt vor ihm die Erde, und ein breiter Strom fließenden, hellroth und weiß glühenden Erzes erhob ſich in einem Bogen, unter deſſen Wölbung eine ganze Stadt mit allen ihren Thürmen hätte ſtehen können. In einem Augenblicke nach dem Aufſprallen dieſer Maſſe war Alles rings umher in eine Wolke dunkler Dämpfe eingehüllt, und die Luft ſchien ganz erfüllt mit kleinen glühenden Metallkügelchen, welche den Beobachter, der durch die ſchleunigſte Flucht ſich zu retten ſuchte, verfolgten und an hundert Stellen ſeines Körpers auf das Empfindlichſte trafen. Daſſelbe erzählt Spalanzani, und auch Hoffmann ſah im Jahre 1832 bei einem ſehr viel kleineren Ausbruch des Vulkans die Lava mit ganz unverkennbarer Bewegung von *unten nach oben* aus ihrem Schlunde, einem Felſenſpalt, im Bogen *hervorſpringen*.

Begreiflicherweiſe dauert ein ſolcher Zuſtand nicht lange; denn es ſinkt bei der großen Breite des Stromes das Niveau der Lavamaſſe im Krater ſehr ſchnell, der Weg der Lava in den engen Schlünden iſt lang und beſchwerlich, es hört demnach das fontainenartige Springen ſchon bei einer Druckhöhe von mehreren hundert Fuß auf, die eine Waſſermaſſe zum prächtigen Steigen bringen würde, indeß die zäher fließende Lava dieſe Druckhöhe braucht, um nur die Schwierigkeiten ihres Weges zu überwinden.

Iſt es ſo weit gekommen, ſo gleitet die Lava mehr oder minder ſchnell aus ihrer Mündung hervor und den Berg hinab, es bildet ſich ein dunkler Gluthſtrom, bei Nacht überaus prächtig erſcheinend, von einer dicken Wolke begleitet, welche, durch den Widerſchein der glühenden Maſſe ſowie durch die Flammen der von der Hitze des geſchmolzenen Geſteins entzündeten Bäume und Sträucher oder Häuſer, Dörfer und Städte beleuchtet, ausſieht wie ein noch viel größerer, wogender, in der Luft ſchwebender Lavaſtrom.

Iſt die Lava, welche ſich kurze Zeit nach ihrem Austritt ſchon ſehr langſam bewegt, einige Tage lang gefloſſen, ſo erſcheint ſie auf ihrer Oberfläche bei Tage durchaus nicht mehr glühend und bei Nacht nur noch dunkelroth; ſie wird auch immer breiter, je weiter ſie fließt, und es ſcheint, als ob ſich die Oberfläche gar nicht bewege, wohl aber, da ſie doch immer weiter rückt, muß ſich die ganze Maſſe des Stromes im Innern noch vollſtändig

flüssig befinden. Sie quillt an ihrem unteren Ende immerfort aus sich selbst hervor, ungefähr so, wie ein Schlauch, ein Strumpf, der umgekehrt wird, sich auch aus sich selbst zu entwickeln scheint, indem etwas, das vorher inwendig war, nunmehr durch Umstülpung an die Oberfläche kommt und unter dieser neuen Oberfläche hervor abermals neues Material zu einer Verlängerung des Schlauches und zur Bildung einer neuen Oberfläche steigt.

An Stellen, wo steile Abstürze dem Strom Gelegenheit zu einer freieren Entwickelung geben, hört diese Art des Fortbewegens auf; es ist, als sei die Umstülpung des Schlauches nun zu Ende, und als käme jetzt sein Inhalt zum Vorschein; kaskadenartig stürzt das flüssige Erz aus dem halb erstarrten Mantel hernieder, und da an dieser Stelle sich keine feststehende Oberfläche bilden kann, so bleibt die Masse viel längere Zeit glühend als die auf wenig geneigtem Boden dahinfließende. Unterhalb solcher Kaskaden bildet sich, wenn eine Vertiefung vorhanden ist, ein Lavasee; ist dieses nicht der Fall, so geht die geschmolzene Masse weiter, sie theilt sich durch einer Mauer, ein Haus, sie vereinigt sich unterhalb desselben wieder, sie breitet sich aus zur Fläche, zu mehreren Armen und bleibt endlich stehen, wenn es an Nahrung fehlt, oder erreicht das Meer, wenn dieses vorhanden ist, wenn der Nachschub von flüssiger Masse aus dem Berge nicht aufhört.

Anfangs ist die Ausstrahlung der Wärme so groß, daß man sich der Lava nur auf große Entfernungen nähern kann; in Folge der beträchtlichen Wärmeausstrahlung aber kühlt sich ihre Oberfläche bald ab und erhält eine halb erstarrte Decke, welche jedoch noch weich genug ist, um Eindrücke wie Wachs und Thon anzunehmen, daher man Stücke abzusondern sucht und Münzen darauf abdrückt, welche von den Reisenden theuer erkauft werden. Große Steine, welche man in diesem Zeitpunkt auf den Lavastrom wirft, verursachen zwar einen Eindruck, doch nur einen sehr geringen, und brechen nicht etwa durch die erstarrt scheinende Decke wie durch eine dünne, auf dem Wasser schwimmende Eisschicht; die Decke selbst ist aber keineswegs völlig erstarrt, ebenso wenig ruhend, es sieht nur so aus, und weil die Ergießung und das Fortschreiten des Stromes stärker ist an der Mündung der Lavamasse, so ist man geneigt, die Bewegung der übrigen zu vernachlässigen; sehr deutlich bemerkt man diese jedoch gerade an einem darauf geworfenen Stein, der langsam zwar, doch stetig abwärts getragen wird, bis zuletzt die Oberfläche wirklich erstarrt, ja so erkaltet, daß man ohne Gefahr darüber hinweggehen kann.

Da, wo Erkaltung und Erstarrung schon so weit gediehen sind, tritt nun auch häufig eine Zerreißung der Oberfläche, eine Schlacken- und Schollenbildung ein, die erstarrten Stücke schieben sich über und unter einander, und der Lavastrom gewinnt das Ansehen eines mit Eisschollen

bedeckten Wassers, das im Augenblick der heftigsten Bewegung erstarrt ist.

Höchst wunderbar erscheint nun noch ein Phänomen, welches mit diesem langsamen Fließen der Lava und ihrem Erstarren an der Oberfläche innig zusammenhängt. Wochenlang geht im Innern solcher Schlackenmasse die glühende, geschmolzene Lava fort; endlich aber hört der Nachschub auf, es verliert sich nach und nach die geschmolzene Masse, und so entsteht eine hohle Röhre, welche, in ihrem Durchschnitte sehr verschieden, sich nach der Form des Gerinnes richtet, doch meistens sich einem Kreise nähert. Diese Röhren, welche man mitunter ein paar hundert Fuß weit verfolgen kann, gehören unstreitig zu den wunderbarsten Eigenthümlichkeiten der Vulkane, und sie sind so sehr mit dem Gange der Lavaergüsse verknüpft, daß die meisten Reisenden dergleichen thatsächlich gefunden haben. Auch Hoffmann beschreibt eine solche Lavagrotte am Aetna, das Ende eines ehemals längeren, nun zertrümmerten Ganges, welcher noch eine Tiefe von etwa 20 Fuß hatte bei einer Breite von 12 und einer Höhe von 6 bis 8 Fuß. Die Wände waren von der vorübergeflossenen Lava glatt abgeschliffen und mit einer ganz dünnen Glaskruste überzogen. Von der Decke hingen bis tief hinunter in den seltsamsten Formen verästelte, schaumige und gewundene Schlackenauswüchse, gleichfalls mit Glas überzogen, von schwarzer und braunrother Farbe, welche dunklen Stalaktiten glichen.

Man hat behauptet, die Lava behalte ihre hohe Temperatur länger als irgend eine andere Masse, was um so wunderbarer sei, als sie sich an ihrer Oberfläche so schnell abkühle; das Letztere ist vollkommen wahr, das Erstere erklärt sich dadurch, daß es nicht wahr ist. Allerdings bleiben große Massen von Lava Jahrhunderte lang warm; das würde jedoch mit jeder anderen Substanz, wenn sie in gleicher Menge aufgehäuft und gleich heiß wäre, auch der Fall sein; wenn also nach ein paar Stunden, nachdem die Lava ein Haus umflossen, die Leute sich durch die Flucht über die heißen Lavaschollen retten können, so beweist dies, wie schnell die Lava erkaltet; wenn man sich 80 Jahre nach dem Entstehen des neuen Berges Jorullo noch die Cigarre an der Gluth seiner Lava in tiefen Spalten derselben anzünden kann, so zeigt dieses, wie groß die Masse ist (an manchen Stellen 500 Fuß dick). Im Uebrigen hängt die Abkühlung eines Körpers von seinem Ausstrahlungsvermögen ab.

Da die Lava aus sehr verschiedenen Gesteinen zusammengeschmolzen sein kann, so ist ihre Farbe und ihre Dichtigkeit sehr verschieden; die Armbänder, welche man in Rom und Neapel aus Lava macht, und die Stückchen derselben, polirt, bald in Gold, bald in Messing gefaßt, haben gewöhnlich zwanzig bis vierundzwanzig Schattirungen, vom Schwarz durch

Braun und Grau bis zum Weiß; auch ihre Dichtigkeit ist sehr verschieden; es giebt glasartige, feinkörnige, steinartige Lava, es giebt Augit- und Porphyr-Lava; was aber allen gemeinschaftlich ist, muß doch angeführt werden, nämlich das durch die Art der Entstehung und Bewegung bedingte Aussehen derselben.

Die Lava ist ein mehr oder minder dichtes, man kann mitunter sagen, homogenes, gleichartig gewordenes Gemenge von verschiedenen Mineralien. War die Hitze sehr groß, so kann sie so dicht geworden sein wie schwarzer Feuerstein. Die Schlacke, welche in großen blasigen Brocken aus Hochöfen und Eisenhämmern genommen und als unbrauchbar verworfen wird, ist recht eigentliche Lava und giebt eine deutliche Anschauung von ihrem Aussehen an der Oberfläche eines Lavastromes; schlägt man von solcher Schlacke ein blasenfreies Stück ab, so kann man dasselbe schleifen und poliren, wie jene zur Erinnerung an Neapel gefertigten Armbandsteinchen. So dicht wie ein solches einzelnes Stück ist die Lava tief im Innern des Stromes. Die Blasen steigen alle durch die flüssige Masse auf und würden sie gänzlich verlassen, wenn die Lava auch an der Oberfläche leicht flüssig wäre; hier aber ist sie zähe, die Blasen können den Widerstand nicht mehr überwinden, daher das schlackige, schaumige Aussehen derselben. Erkaltet die Lava, und springt sie in Folge dessen von oben nach unten, so kann man sehr deutlich erkennen, wie die blasige Textur lediglich in dem oberen Theile zu finden ist, und wie mit jedem Zoll abwärts die Masse dichter und compacter wird, die Blasen immer kleiner erscheinen und endlich ganz verschwinden.

Erdbeben.

Wir haben noch einen Gegenstand zu betrachten, welcher mit dem Vulkanismus auf das Innigste zusammenzuhängen und aus ihm hervorzugehen scheint, nur sehr viel weitere Wirkungskreise hat als das eigentliche Feuerspeien der Vulkane, mit welchem, wo deren sind, die Erdbeben gewöhnlich aufhören.

Da das menschliche Gefühl nicht geeignet ist, die Richtung, in welcher die Erschütterungen sich fortpflanzen, genau zu unterscheiden, so hat zuerst der Astronom Cacciatore zu Palermo ein Instrument ersonnen, welches treu nur das anzeigt, was es anzeigen soll, die Richtung der Erdstöße oder Schwingungen und den Zeitpunkt des Eintritts derselben.

Ein solches Instrument heißt ein Erdbebenmesser, Seismometer oder Seismograph, und besteht aus einem flachen und eben

gearbeiteten Teller aus Holz von 10 Zoll Durchmesser, dessen Boden nach oben gekehrt ist, und an dessen Rande sich in gleichen Abständen acht Löcher befinden, welche durch acht Rinnen in acht untergestellte Becher führen und von denen je eines nach einer Weltrichtung hindeutet. Den Boden gießt man mit Quecksilber voll und dies läuft, sobald ein Erdbeben eingetreten ist, in einen Becher und zwar in den, welcher sich auf der der Richtung des Erdbebens entgegengesetzten Seite befindet. Nach allen bis jetzt damit angestellten Beobachtungen scheint dies Instrument das vollste Vertrauen zu verdienen.

Ein anderer demselben Zwecke dienender Apparat ist Mallet's Säulen-Seismograph, worüber in Seebach's Erdbebenkunde Näheres zu finden ist.

Die Erdbeben, welche in allen Graden der Erschütterung auftreten, von unbedeutenden, kaum fühlbaren Stößen an, welche allenfalls Gläser zum Klirren bringen oder nicht feststehende Gegenstände in Bewegung setzen, bis zu jenen mächtigen Erschütterungen, welche in ihrer vernichtenden Wirkung große Gebiete und Alles, was darauf lebt, zerstören, unterscheiden sich nach der Art der Bewegung und Fortpflanzung der Erschütterung, und darauf hat man eine Eintheilung wenigstens der stärkern Erdbeben begründet. Man nennt die Erschütterungen stoßend (succussorisch), wenn sich die Erde wechselnd hebt und senkt, wellenförmig (undulatorisch), wenn die Hebungen und Senkungen wie die Wellen des Meeres fortschreiten, wirbelnd, wenn beide Wirkungen gleichzeitig die Erde bald senkrecht heben, bald drehend in Wellenart schwingen lassen. Die letzte Art von Erdbeben soll die verwüstendste sein. Freilich ist es schwierig, über die Art der Bewegung sicheren Aufschluß zu erlangen; denn wer von den 10 000 in Caracas, von den 40 000 in Lima Erschlagenen könnte es sagen? Und wer von den die schreckliche Katastrophe Ueberlebenden behält während derselben Fassung genug, um die Art der Zuckungen des noch eben so friedlich scheinenden Erdbodens zu beobachten? Nur das Werk der Zerstörung selbst bietet einigen Anhalt zu einem Urtheil über den Gang derselben; aus den umhergeworfenen Trümmern können wir allenfalls einen Schluß auf die Art und Richtung der Bewegung ziehen. Die schon mehrfach genannten Forscher, Hamilton und Dolomieu, berichten, daß man bei dem Erdbeben vom 28. März 1783 in Calabrien die Gipfel der Granitberge des Ausläufers der Apenninen in die Höhe hüpfen und springen sah, daß Häuser plötzlich emporgeschnellt und ohne Schaden wieder niedergesetzt wurden; allein sie erzählen nur, was unter haarsträubendem Entsetzen die von der Katastrophe furchtbar mitgenommenen, um Hab' und Gut, um Weib und Kind beraubten Unglücklichen ihnen berichten, welche denn doch wohl durch eine trübe Brille gesehen haben dürften.

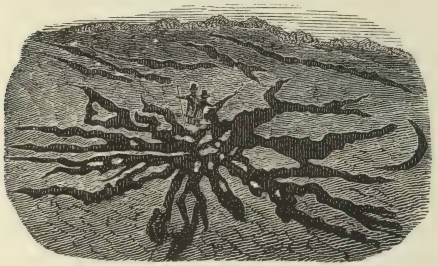
Da das gedachte eins der furchtbarsten Erdbeben war, welche, außer dem von Lissabon, Europa jemals erlebte, so wollen wir dasselbe nach den Berichten von Hamilton und Spalanzani näher betrachten.

Die beiden Berichterstatter stimmen darin überein, daß der Hauptsitz und der Anfangspunkt dieses Erdbebens die Südspitze von Italien war, derjenige Theil, welcher nur durch die Meerenge von Sicilien getrennt ist, und welcher einen Gebirgsstock für sich bildet, zwischen dem Städtchen St. Eufemio und dem davon benannten Meerbusen von Cantazaro, am Meerbusen Squillace als Gebirge verschwindend und erst zwischen Nicastro und Isola in einer auf die verlassene senkrechten Richtung wieder beginnend.

Von dieser 24 Meilen langen und 6 bis 8 Meilen breiten, scharf umgrenzten und durch die Natur vermittelst eines weiten flachen Thalgrundes ganz gesonderten Berginsel (in der Geschichte Roms bekannt durch das Ende des Sklavenkrieges unter dem größten Helden der Erde, Spartacus, der unter anderen Umständen vielleicht Scipio an Edelmuth und Alexander an Feldherrenruhm übertroffen hätte,) ging der erste furchtbare Stoß aus. Es war auf diesem kleinen Gebirge Alles vollständig zerstört worden: Dörfer, Städte, Schlösser, ja die Berge und die Wälder, welche sie schmückten, waren so gänzlich umgestürzt und durch einander geworfen, daß die Bewohner, welche von diesem Erdbeben übrig geblieben waren, sich nicht mehr zu orientiren vermochten. Die Fundamente der Häuser waren aus der Erde gehoben, geschleudert, der Mörtel in Pulver verwandelt, und die Steine waren als Schutthaufen ohne irgend einen Zusammenhang an der Stelle liegen geblieben; an tausend verschiedenen Orten klaffte plötzlich die Erde aus einander, die zufällig dort stehenden Menschen versanken bis an die Brust, bis an den Hals; glücklich, wer noch einen Fuß tiefer versank, denn er war, wenn sich der Erdspalt schloß, doch wenigstens sofort todt, indeß die Andern, hilflos unter den gräßlichsten Qualen zusammengepreßt von der geborstenen und sich wieder vereinigenden Felsmasse, langsam verschmachtend ihr Dasein unter unsäglichen Schmerzen aushauchten. Die Zahl der bei diesem furchtbaren Naturereigniß umgekommenen Menschen wird auf 100 000 geschätzt; es war späterhin schwer, mitunter unmöglich, Verwandte auch nur entfernter Grade aufzufinden zu der Hinterlassenschaft an liegenden Gründen oder ausstehenden Kapitalien, indem ganze zahlreiche Familien von der Erde verschwunden waren.

Ueber zweihundert Flecken und Städte wurden zerstört, hundertunddreizehn Berge stürzten zusammen oder glitten von ihren Unterlagen ab, dämmten Bäche und Flüßchen zu und verwandelten sie in Seen, wenn die-

selben nicht wieder durch die gespaltene Erde verschlungen wurden. Solcher Spalten gab es unzählige, in dem Gebiete von Sansil eine, welche eine halbe Meile lang und 4 Klafter tief war, im Distrikt Plaisano eine andere von einer Meile Länge, 150 Fuß Breite und unabsehbarer Tiefe; zwei andere in derselben Gegend hatten eine gleiche Unergründlichkeit bei geringerer Längen- und Breitenausdehnung. An vielen Orten war die Erde so zerklüftet und zerrissen, wie die folgende Figur zeigt, mitunter sternförmig, mitunter nach einer Richtung lang fortgehend, nach einer andern aber quer durchsetzt. In dem lehmigen Grunde klüftete der Erdboden so tausendfältig auseinander, daß unzählige kleine Inselchen aus den Abgründen herausragten, wie die Figur zeigt.



Erdbebenspaltungen.

Diese Spalten waren jedoch nicht Vulkane, die neu entstanden und Asche oder Feuer auswarfen, es waren nur wirkliche Risse und Spalten, welche durch die convulsivischen Bewegungen der Erde aufklafften.

Von diesem Centralpunkte pflanzte das Erdbeben sich rings umher zu Land und Wasser auf mehr als vierzig Meilen weit fort und zerstörte so Messina und einen großen Theil von Sicilien. Die Erdbebenstöße, auf welche man durch ein tagelanges Zittern des Bodens vorbereitet zu sein glaubte, erfolgten jedoch so plötzlich, daß auch in Messina Tausende von Menschen unter den Trümmer der stürzenden Häuser begraben wurden; allein die fortschreitende Wirkung des Erdbebens war unleugbar. Nicht nur sah man, als die ersten Häuser in Sicilien zusammenbrachen, ganz Calabrien, so weit das Auge trug, in Staubwolken gehüllt (dort war das Erdbeben bereits vorüber), sondern man sah auch von Messina aus längs der Meeresküste die Villen, Schlösser und Paläste der Edelleute nach einander zusammenbrechen, bis die Schwankungen der Stadt selbst und der Reihe von Palästen nahten, die den Hafen einfaßten und die nun sämmtlich niederstürzten.

Die Erschütterungen dieses Erdbebens, welches am 5. Februar begann und am 28. März mit der Alles vernichtenden Katastrophe endete, wurden in einem Umkreise von vierzig Meilen deutlich empfunden; die Schiffe im Meere stießen so heftig auf, daß überall und auf einem jeden die Muth-

maßung entstand, man sei auf einen verborgenen Felsen gekommen, ja selbst Boote, ganz flach gehende Fahrzeuge unterlagen dieser Täuschung und die Schiffer hatten das Gefühl (und es wurde dasselbe durch das Ohr unterstützt, sie hörten das Geräusch), als ob der Kiel über eine Kiesbank hinwegstreifte. Außerdem zeigten sich aber wenige Tage nach dem ersten Stoße ähnliche Erscheinungen in ganz entfernten Gegenden. So verbreitete sich am 10. Februar, von ziemlich heftigen Erdbeben begleitet, ein brenzlich riechender Nebel über einen großen Theil von Nord-Amerika, und von Juni bis August wurde Island durch einen äußerst furchtbaren Ausbruch des Herdra-Jökul auf gleiche Weise wie Calabrien zum Schauplatz der Verwüstung und des Elends gemacht. Schon seit einigen Monaten war die Atmosphäre mit blauen Schwefeldünsten erfüllt, die nur zuweilen durch Winde zerstreut wurden, und alle Quellen und Ströme in der Nachbarschaft versiegten. Der Ausbruch dauerte bis in die Mitte August, und die Lava breitete sich über vierzig Quadratmeilen aus. 400 Menschen verloren sogleich ihre Heimath, außerdem kamen noch auf Island allein 9336 Menschen, 28 000 Pferde, 11 461 Stück Rindvieh und 190 488 Schafe um.

Die Richtung des oben gedachten Erdbebens selbst war eine lineare; die ersten Stöße wurden auf der südlichsten Stelle der gedachten Halbinsel, die das Centrum der Erderschütterungen bildete, bei Oppido, empfunden, später rückte der Mittelpunkt, von welchen die Erhebungen ausgingen, weiter nördlich nach Sorrano, und am Ende des März war dieses Centrum bei Girifalco, auf dem niedrigen Thalboden zwischen dem Gebirgsrücken einer- und den beiden Meerbusen andererseits.

Da diese Linie parallel dem Gebirge von Süd-Calabrien läuft und mit diesem und dem begleitendem Meere eine und dieselbe Richtung hat, so kann man das Auftreten des Erdbebens gerade in dieser Richtung nur einer Spalte längs des Gebirges zuschreiben, auf welcher als einem bereits gebahnten, den wenigsten Widerstand leistenden Wege die dämonischen Kräfte sich Luft zu machen strebten, gerade wie die in Reihen liegenden Vulkane etwas Aehnliches zeigen, indem bei ihnen die Ausbrüche selten oder niemals gleichzeitig, wohl aber regelmäßig und ohne Ueberspringen eines in der Reihe liegenden fortrücken. Dieselbe Erscheinung hat Gray durch einen sehr interessanten Bericht über das Erdbeben, welches am 18. November 1795 in England stattfand, nachgewiesen; dasselbe zeigte nämlich eine deutliche und langsame Fortpflanzung von Südwest nach Nordost, und gerade dies ist auch die Hauptstreichungslinie der englischen Gebirgsreihen; und ganz dieselbe Richtung wies er auch für frühere, ihm bekannte Erdbeben nach, so für die vom 30. September 1750, 14. Sep-

tember 1777 und 28. Februar 1792. Auch von dem, welches 1797 Cumana zerstörte, führt Humboldt ausdrücklich an, daß die Fortpflanzung der Zerstörungen in der Richtung der Küsten oder der ihr parallel streichenden Gebirgskette erfolgte.

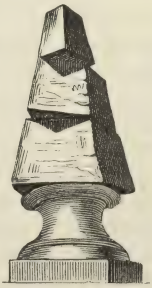
Es treten nun zwar auch Fälle ein, in welchen die vulkanische Thätigkeit quer durch das Gebirge setzt; aber sie sind im Vergleich zu den andern Fällen äußerst selten, und dann läßt sich überdies in der Regel ein vorhergegangener Durchbruch, eine Spalte nachweisen, welche bei Erbauung des Dammes übersehen, vernächlässigt ward. Wenn die Wasser der Weichsel rechts und links von dem Damme erscheinen, so ist irgendwo ein Durchbruch geschehen, eine schwache Stelle hat nicht genug Widerstand geleistet; wenn bei dem Erdbeben vom 23. und 24 Juni 1826 dasselbe sich von Mantua aus der Ebene der Lombardei bis in das Herz von Tirol fortpflanzte, so war die im Damme schadhafte Stelle in dem Thale der Etsch sehr deutlich nachzuweisen. Daß dieser tiefe Spalt nicht vollständigen Widerstand leisten konnte, lag auf der Hand. Der eigentliche Kern der Alpen, welcher nahezu von Westen nach Osten verläuft, ist bei alledem noch keineswegs durchbrochen worden, an ihm scheiterte die Gewalt der vulkanischen Kräfte.

Allein wie thatsächlich hemmend auch die Gebirge auf das Weiterschreiten der Erdbeben wirken, so kann doch nicht geleugnet werden, daß sie sich trotz dessen (nur in schwächerem Grade) auch über diese Grenzen hinaus fortpflanzen. Die Erdbeben des nördlichen Italiens spürt man in der Schweiz, ja sogar in der niederen oder ebenen Schweiz bei Constanz und bei Basel, die Erdbeben von Chile werden in den Pampas von Südamerika empfunden; und so muß es auch den Naturgesetzen zufolge sein, indem ein jeder Stoß sich durch alle an einander gereihten Körper fortsetzt, bis nach und nach derselbe durch die mangelhafte Elasticität eben dieser Körper so abgeschwächt ist, daß er nicht mehr bemerkt werden kann, und dies geschieht am auffallendsten, wo Körper von sehr verschiedener Festigkeit an einander liegen. Ist die Ebene der Lombardei, der unteren Donau durch ein Erdbeben erschüttert und prallen dessen Wellen an die Alpen oder an dem Hämus und die Karpathen, so sind hier die einander berührenden Massen so ungleich wie auf Erden nur möglich, und darum ist der Anprall des weichen Bodens einer Flußniederung an den Felsenkern eines Gebirgsstockes so schwach, aber er findet doch statt, das Gebirge wird erschüttert; nun pflanzt sich der Stoß durch dasselbe bis an seine jenseitige Grenze fort, hier ist wieder aufgeschüttetes, aufgeschwemmtes Land, weiches Erdreich. Der durch das Gebirge fortgepflanzte sehr geschwächte Stoß tritt auf das weiche Erdreich über und wird von diesem

abermals geschwächt, bei dem ersten Anstoß empfindet die Grenze diesen wohl (so das Erdbeben von Basel), allein viel weiter geht es in der weichen Masse nicht.

Wird die weiche Erdmasse in sich aufgerührt durch unterirdische Kräfte, so sind ihre Bewegungen infolge ihrer Bildsamkeit (Plasticität, wenn man so sagen darf) viel heftiger als die des unbildsamen Felsens, und Wasser empfindet diese Bewegungen am allerstärksten. Durch feste, elastische Körper pflanzt sich der empfangene Anstoß fort, ohne sie wesentlich in ihrer zu stören, nur der äußerste Theil, das Ende eines solchen festen Körpers, wird den Stoß lebhaft zeigen; eine Reihe dicht neben einander hängender Billardkugeln bleibt, wenn die erste angestoßen wird, ganz ruhig hängen, nur die letzte in der Reihe, derjenigen entgegengesetzt, auf welche der Stoß fiel, zeigt an, daß sie die Wirkung empfunden habe, dadurch, daß sie allein die Reihe verläßt. Setzt man aus Würfeln von festem Holze eine beliebig lange Stange zusammen, so daß, wie bei einem Zollstock immer ein Zoll an den andern, so ein Würfel an den andern stößt, und leimt man alle diese Stücke zusammen, so wird, nach vorhergegangenem guten Trocknen, mit diese Stange dasselbe Experiment gemacht werden können wie mit den Billardkugeln, nur wird es auffallender, weil die einzelnen Stücke nicht wie die Kugeln lose und beweglich an einander hängen, sondern unter möglichst großen Berührungsflächen an einander durch Leim befestigt sind.

Legt man nämlich die Stange, aus solchen Würfeln zusammengesetzt, auf einen Tisch, und schlägt man mit einem der Schwere der Stange angemessenen Hammer mit einem kurzen, raschen Schlage so an das eine Ende der Stange, daß der Schlag sich durch die ganze Länge derselben fortpflanzen kann, so wird man alsbald die zwei oder drei letzten der geschlagenen Stelle entgegengesetzten Würfel abspringen sehen, trotz des Leimes.



Drehung durch Erdbeben.

Der nebenstehende Obelisk zeigt in seiner Zertrümmernng die absprengende Kraft viel deutlicher, als das, was er zeigen soll, nämlich die rotatorische Bewegung des Erdbebens. Zwei solcher Obelisken stehen vor dem Kloster des heiligen Bruno in der Stadt Steffano del Bosco; sie sind, soweit sie viereckig, aus einem Stücke, wurden bei einem Erdbeben zersprengt und so, wie die Figur zeigt, die Stücke verschoben. Würde dies ein Beweis sein sollen, daß die Erdscholle ein drehende Bewegung hatte, so müßte erstens die Axe der Drehung gerade mit der Axe des

Obelisken zusammengefallen sein, zweitens müßten die Fundamente eine Drehung erhalten haben; diese aber stehen so, wie sie vorher gestanden. Die Absprengung oben, wo kein Widerstand, keine Last vorhanden ist, ist unverkennbar.

Sehr im Großen hat man dieselbe Wirkung auch bei den festen Körpern, welche die Gebirge bilden, und bei den Stößen, welche sie durch die Erdbeben erhalten, bemerkt. Die Oberfläche des festen Gesteines der Insel Quiriquina (am Ufer von Chile in Südamerika, bei der Stadt Concepcion) wurde durch das Erdbeben, welches den ganzen Westrand von Südamerika am 20. Februar 1835 auf das furchtbarste verheerte, zersplittert, als ob sie mit dem Meißel abgesprengt wäre. Der Stoß, von unten nach oben gerichtet, fand auf seinem ganzen Wege in jeder Gesteinschicht den nöthigen Widerstand, nur das an der Oberfläche zu Tage gehende Gestein bot einen solchen oben nicht mehr, und darum sprengte es los, gleich den Würfeln einer aus solchen zusammengeleimten Stange.

Wo dieses Gestein nun mit weicher Erde bedeckt ist, findet dieses Lossprengen nicht statt, wohl aber wird Erde, Sand, Thon, welche den aufgelagerten Boden bilden, um so viel heftiger erschüttert; es enstehen darin Risse, Zerreißungen, Verschiebungen, infolge deren die darauf stehenden Werke von Menschenhand zertrümmert, vernichtet werden.

So kann es kommen, daß Bergleute, tief unter der Oberfläche der Erde arbeitend, nichts von dem Erdbeben ahnen, das ihre Hütten zerstört, und es würde dies ohne Zweifel bemerkt worden sein, wenn die Südländer nicht so über alle Maßen indolent wären, gleichgiltig gegen Alles, was nicht ihren Magen angeht oder ihre Leidenschaft aufregt. In Schweden haben einige schwache Erdbeben stattgefunden, welche Berzelius beobachtete (24. November 1823), indessen in den Bergwerken zu Persberg, Falun, Bisperg und anderen von den daselbst arbeitenden Bergleuten nicht das Mindeste wahrgenommen wurde. Ganz dasselbe fand statt in den Steinkohlengruben von Mühlheim und Unna in den Rheinlanden, welche durch das Erdbeben am 23. Februar 1828 sehr fühlbar, wenn auch ohne eigentlichen Schaden zu erleiden, erschüttert wurden; die Kohlenarbeiter in den Gruben empfanden nichts davon, während die auf den Halden ihre Kohlenhaufen zusammenstürzen sahen. Im Gegensatze dazu spürten 1812 zu Marienberg im Erzgebirge die Bergleute eine starke Erschütterung der Erde, so daß sie erschrocken zu Tage fuhren; zu ihrer Beruhigung hörten sie jedoch, daß man gleichzeitig auf der Oberfläche nichts wahrgenommen habe.

Wo die verschiebbaren weicheren Massen dem festen Gestein aufgelagert sind, wo sie unmittelbar an dasselbe grenzen, sind die Erschütterungen am

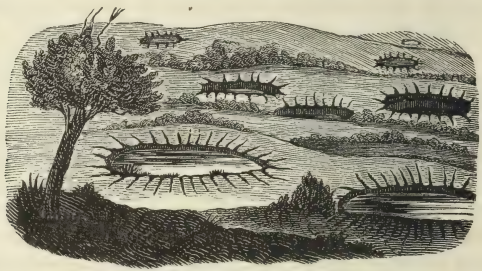
stärksten, die Bewegungen am weitesten ausgreifend, daher am zerstörendsten. Dies zeigt sich bei allen Erdbeben, welche in ihren Folgen genauer beobachtet sind, sehr unzweifelhaft. So wurde durch das Erdbeben von 1783, welches Calabrien und Sicilien verwüstete, besonders der Theil von Messina auf eine schreckliche Weise zerstört, welcher auf dem vom Meere angeschwemmten Boden erbaut war, indeß der daran grenzende Theil der Stadt, welcher auf Granitgrund steht, zwar sehr stark beschädigt, doch keineswegs eigentlich umgestürzt wurde. Die Dächer waren eingefallen, kein Fenster war ganz geblieben, alle Mauern waren gesprungen, aber sie standen doch noch; am Meeresstrande hingegen sah man nicht mehr Ruinen von Häusern und Palästen, sondern nur Schutthaufen.

Viele andere Fälle bestätigen diese Annahme; so fand man gleiche Verhältnisse bei dem Erdbeben von Lissabon (1. November 1755). Die Stadt steht mit ihrem westlichen Ende auf sehr festem Boden, auf Basalt, dann auf weicherem Kalkstein, der bei weitem größere Theil aber ruht auf Thon, auf Mergel und angeschwemmten Lande. Das Erdbeben zerstörte nur wenige Schornsteine und Giebel auf dem westlichen Stadtviertel, mehr schon wurde angegriffen, was auf dem Kalkboden stand; aber alles auf den Tertiärgebilden Erbaute brach in Trümmer. Die Grenze, welche man zwischen den in Staub zerfallenen und den nur beschädigten Stadttheilen genau wahrnehmen konnte, folgte von Anfang bis zu Ende den Lagerungsverhältnissen des Bodens, auf welchem Lissabon stand. Auch von den umliegenden Ortschaften galt dasselbe: die auf Basalt erbauten waren wenig beschädigt, die auf Thon-, Sand- oder anderen Ackerboden gegründeten waren vollständig zertrümmert.

Merkwürdig ist, daß die Leute in jenen Gegenden, in Italien, Portugal, Griechenland so wie in ganz Südamerika, sehr wohl wissen, daß man bei einem Erdbeben nichts Eiligeres zu thun habe, als die Häuser zu verlassen, und auch in aller Eile ihre Wohnungen fliehen, aber nun in die Kirchen laufen, um sich dort begraben zu lassen; so geschah es zu Messina, Lissabon, Lima, Riobamba u. s. w., daß 40 000, ja 60 000 Einwohner der großen Städte in den Kathedralen, Kirchen und Kapellen erschlagen wurden. Daß Menschenwerke der Gewalt des Erdbebens nicht widerstehen können, hat sich hinlänglich erwiesen; auf die Stärke der Kirchenmauern zu hoffen, ist also Thorheit; es liegt diesem Beginnen allerdings auch eine andere Erwartung und Hoffnung zum Grunde, über welche wir mit Niemanden rechten wollen, wenn sie schon mit der gesunden Vernunft, die vor Allem den Naturgesetzen Rechnung zu tragen hat, im Widerspruch steht.

Abgesehen von der Wirkung der einzelnen Stöße bei Erdbeben, welche,

wie oben angedeutet worden, sich bald in einer geraden Linie, bald kreis- oder wellenförmig fortpflanzen und deshalb bald succussorisch, bald undulatorisch, bald rotatorisch oder wirbelnd genannt werden müssen, sind die Bewegungen des Erdbodens selbst bei einem Erdbeben fast immer senkrechte, der Boden steigt und fällt; auch dem wirbelnden Erdbeben, dem zerstörendsten von allen, welches dadurch entsteht, daß zwei wellenförmige Erdbebenbewegungen sich kreuzen, gehen senkrechte Stöße voran, und es ist als ein auf einem gewissen Raume fortschreitendes Heben und Sinken des Bodens mit gleichzeitiger rotirender Bewegung der vom Kreuzungspunkte getroffen Erdstelle erkennbar; wo aber Terrainunterschiede vorkommen, kann man diese Hebungen und Senkungen nicht selten bleibend werden sehen. In Messina wie in Lissabon geschah es, daß ein



Trichterförmige Senkungen.

Theil einer Straße um mehrere Fuß höher wurde als der andere, daß eine Hälfte eines Hauses sich so erhob, daß die Bel-Etage des einen Theiles in gleicher Höhe stand mit dem zweiten Geschoß des andern und das Parterre des ersten in die Bel-Etage des zweiten ging. Ein runder Thurm mit Mauern von 11 Fuß Dicke ward von oben bis unten gespalten, und die eine Hälfte stand und blieb stehen 15 Fuß über der andern.

Zu den Hebungen und Senkungen, wellenförmig fortschreitend, kommen noch andere Senkungen besonderer Art, die vorhergehende Zeichnung giebt deren solche wie sie bei dem Erdbeben in Calabrien häufig und besonders bei Rosarno in Menge beobachtet worden sind; sie bildeten kreisrunde Löcher von 1 bis 3 Ellen Durchmesser und hatten, von ihrem Rande ausgehend, rundum strahlenförmig verlaufende Furchen. Dieselben waren kegelförmig, wie ausgebohrt und meistens mit Wasser, häufig aber auch mit trocknem Sande gefüllt. Das Wasser, wie der Sand, kam aus der Tiefe herauf, und man konnte, als es sich hie und da verlor, wahrnehmen, daß der Kegel in einem tiefen, röhrenförmigen Fortsatz endete, aus welchem

die füllende Substanz durch unterirdischen Druck emporgehoben worden war. Die folgende Figur zeigt den Durchschnitt eines solchen Trichters mit dem Anfange seines sich in große Tiefe verlierenden Kanals. Die Erscheinung ist nicht auf Calabrien beschränkt; man findet sie in manchen Gegenden der Wallachei genau ebenso, doch fast nie mit Wasser, immer mit Sand gefüllt. Bei dem Erdbeben, welches das Missisipithal in den Jahren 1811 und 1812 lange Zeit ununterbrochen heimsuchte, entstanden zwischen Neu-Madrid und der kleinen Prairie unzählige ähnliche Löcher, nur in einem viel großartigeren Maßstabe; sie hatten nämlich 15 bis 20 Ellen im Durchmesser und eine nahezu gleiche Tiefe und werden noch jetzt als eine Merkwürdigkeit gezeigt, indem sie in dem flachen angeschwemmten Boden wirklich auffallend

Durchschnitt eines solchen Trichters.

genug sind. Diese Trichter oder Oeffnungen pflegen häufig den Mittelpunkt des Erdbebens zu bilden, das sich von da aus strahlenförmig über die ganze Oberfläche verbreitet und eben deshalb ein centrales genannt wird.

Es ist schwer anzugeben, ob ein Erdbeben lange oder kurze Zeit dauert; man hat Orte, an denen sich das Erzittern des Erdbodens so oft wiederholt, daß man das Erdbeben für permanent erklären möchte; man kennt andere, in denen es ein halbes, ein ganzes Jahr anhält und dann wieder für Jahrhunderte aufhört; man kennt endlich Fälle, in denen das Erdbeben Tage, Stunden, ja Sekunden lang gedauert hat; es ist da über die Dauer so wenig eine Angabe möglich wie über die Stärke der Wirkungen; denn dasjenige, was die Gläser auf dem Tische klirren, was die Bilder an der

Wand schwanken und die Pendeluhr stehen läßt, ist ebenso gut ein Erdbeben wie dasjenige, was Lissabon zerstörte, und dasjenige, was ganz Calabrien verwüstete. Ebenso unsicher sind die Angaben über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterungswelle; sie ist verschieden je nach der Stärke des Erdbebens und nach der Beschaffenheit des Bodens, durch welchen es sich fortpflanzt.

Wenn aber die Stöße sich auch zuweilen Jahre hindurch wiederholen, so dauern die Stöße *selbst* doch immer nur einen Augenblick. Auch die furchtbarsten Verwüstungen geschehen in wenigen Sekunden; wie ein Gewitter, so kann auch ein Erdbeben Stunden lang währen, die Stöße aber gehen beinahe ebenso schnell vorüber wie der Blitz.

Das Erdbeben, welches im Jahre 1693 funfzig Ortschaften auf Sicilien (darunter Catanea) gänzlich verwüstete und 60 000 Menschen tödtete, das Erdbeben, welches im Jahre 1812 Caracas zerstörte und die ganze Stadt in einen förmlichen Haufen von Leichen und Trümmern verwandelte, dauerte nur 5 Sekunden. Dieses letztere kennt man durch gute Beobachtung sehr genau. Drei Stöße waren es, welche das Werk der Zerstörung vollbrachten. Der erste setzte die Glocken der Kirche in Bewegung, der zweite stürzte die Dächer ein, und in einer Zeit, welche kaum zur Ueberlegung hinreichte, um die beiden Erschütterungen von einander zu trennen, folgte der dritte Stoß, welcher die schöne Stadt zu einer Masse von Schutt machte. Auch bei dem Erdbeben, welches die Grafschaft Pinerole in Savoyen während sieben Wochen, wie die geängstigten Leute versicherten, unaufhörlich in Todesfurcht erhielt (im Jahre 1808 vom 2. April bis zum 17. Mai), dauerten doch die täglich drei-, auch sechsmal und öfter wiederkehrenden Stöße immer nur einzelne Sekunden.

Die furchtbaren Zuckungen von augenblicklicher Dauer, doch von einer so großen Gewalt, daß sie ganze Länder umgestalten können und thatsächlich umgestaltet haben, scheinen sehr tief im Innern der Erde ihre Ursache zu haben; dies geht daraus hervor, daß die Erdbeben sich über große Flächen gleichzeitig erstrecken. Es kommen, besonders in der Nähe von Vulkanen, wohl auch Erdbeben auf einem kleineren Flächenraum, d. h. auf 100 bis 200 Quadratmeilen beschränkt, vor; das bei weitem Häufigere ist jedoch eine Erstreckung auf sechsmal und zwanzigmal so viele Tausende von Quadratmeilen, als hier Hunderte angeführt wurden. Die Erdbeben von Chile, auf einer Küstenlänge von 200 Meilen bemerkt, haben sich bis auf 100 Meilen in See fühlbar gemacht (20 000 Quadratmeilen); dasjenige, welches 1839 die Insel Martinique verwüstete, wurde auf der ganzen Inselgruppe der großen und kleinen Antillen, in Florida und an allen Küsten des mexicanischen Meerbusens, sowohl auf denen des Fest-

landes von Südamerika als auf denen des Isthmus von Panama empfunden, also in einer Flächenausdehnung von wenigstens 135 000 Quadratmeilen. Die Wirkungen des Erdbebens aber, welches im Jahre 1755 Lissabon verwüstete, erstreckten sich nach eines Zeitgenossen, nach des großen Philosophen und Forschers Kant, Angaben, über beinahe ganz Europa, das ganze nördliche Afrika und über den Raum des atlantischen Oceans, der zwischen dem alten Continent und den Antillen liegt, also zum mindestens über 700 000 Quadratmeilen. Thatsächlich festgestellt ist,

Erdbeben von Lissabon (1755).

daß außer ganz Portugal und Spanien, welche am heftigsten erschüttert wurden, auch Frankreich, Italien und die Schweiz, ganz Deutschland und darin besonders Baiern, Böhmen und Thüringen darunter zu leiden hatten; die ganze Nord- und Ostsee bis nach Schweden und Finnland gerieth in heftiges Schwanken und Aufwallen, selbst die Landseen in Schweden und in Schottland wurden auf das heftigste aufgerührt und bewegt wie durch einen gewaltigen Sturm, ohne daß doch ein solcher irgendwo in diesen Gegenden stattgehabt hätte. Der Zusammenhang dieses großen Erdbebens

mit den Erschütterungen in Italien wird fast unzweifelhaft dadurch, daß die Rauchsäule, welche der Vesuv zu jener Zeit fast ununterbrochen ausstieß, plötzlich nicht sowohl ausblieb, aufhörte, sondern in den Krater hineinschlug, von ihm aufgesogen wurde, so daß man ihr Versinken, ihr Zurückkehren in den Feuerschlund, aus dem sie aufgestiegen, unzweifelhaft wahrnehmen konnte. Die Erscheinung war zu merkwürdig, als daß sie nicht bis auf Stunde und Minute genau hätte aufgezeichnet werden sollen, und siehe, es fand sich, daß dieselbe sich genau in der nämlichen Zeit begeben hatte, in welcher Lissabon untergegangen war.

Eine ebenso bestimmte Gleichzeitigkeit ward in Cairo und Marokko beobachtet. In Marokko wurden viele Ortschaften gänzlich verwüstet, im atlantischen Ocean empfanden die canarischen, capverdischen Inseln, die Azoren und Madeira das Erdbeben sehr stark, jenseit aber, außer den Antillen, auch das Festland von Nordamerika, Boston, New-York, ganz Pennsylvanien; ja tief im Innern des Continents geriethen die canadischen Seen in Schwankungen, so daß viele kleine Schiffe dadurch ihren Untergang fanden, indem sie entweder umgestürzt oder auf die Küsten geworfen wurden.

Am wunderbarsten und zugleich am deutlichsten den ungemein tief im Innersten der Erde verborgenen Sitz dieser dämonischen Kräfte andeutend, dürfte das Erdbeben vom 16. November 1827 genannt werden, welches große Landstrecken erschütterte, die durch einen Erddurchmesser von einander getrennt sind, nämlich die Westseite von Südamerika und das Herz von Nordasien, — zwischen Peru und Bolivia einerseits und Ochotzk in Sibirien andererseits liegt der halbe Erdumfang. Bemerkt wurde auf dem ganzen Raum zwischen diesen Ländern, weder im stillen Meere noch auf der andern Seite in dem östlichen Südamerika, im nordatlantischen Ocean oder in Spanien, Frankreich, Italien, Oesterreich und dem europäischen Rußland, welche auf dem oberflächlichen Wege zwischen den beiden Centralpunkten des Erdbebens liegen, irgendwo eine Erschütterung, welche auf einen Zusammenhang der beiden Erdbeben in geringen Tiefen hätte deuten dürfen; und dennoch war eine so vollständige Gleichzeitigkeit derselben vorhanden, daß man nicht umhin kann, anzunehmen, sie hätten beide denselben Ursprung und dieselbe Ursache gehabt. Diese wäre dann in großer Tiefe zu suchen, wahrscheinlich in irgend einer heftigen Erschütterung oder Aufwallung des geschmolzenen Erdkerns, welche sich nach zwei entgegengesetzten Richtungen äußerte, wie es denn eigentlich wohl nicht anders sein kann, außer etwa, wenn die Agitation im Innern groß genug ist, um allseitig zu wirken; dieses würde dann wahrscheinlich eine neue Katastrophe des Erdballs herbeiführen, und wir können durchaus nicht behaupten, daß wir gegen eine solche Möglichkeit irgendwie geschützt wären.

Daß die Erde Ereignisse solcher Art bereits durchgemacht hat, ist ganz unzweifelhaft; die jetzige Gestaltung derselben ist zum Theil eine unmittelbare Folge eben solcher Umwälzungen. Die Ursachen der vielen verschiedenen Katastrophen waren entweder Zusammenziehung der Erdrinde durch Abkühlung und in Folge dieser Zusammenziehung ein Bersten nach allen Richtungen und ein Hervorquellen des Erdinnern, oder eine gewaltige Fluthung eben dieses geschmolzenen Innern, wodurch ein Zerreißen der erstarrten Außenfläche wohl in noch viel größerem Maßstabe erfolgen mußte.

Daß Schiffe mitten auf dem Meere die Erdbeben als Seebeben empfinden, ist bereits angeführt worden; daß dieses mitunter in einer solchen Heftigkeit der Fall war, das Schiffe leck wurden, die Masten verloren, verdient gewiß, als eine Bestätigung des Gesagten, der Erwähnung; allein von noch viel größerer Wichtigkeit ist die Bewegung des Meeres an den Küsten der von Erdbeben heimgesuchten Länder, wodurch zu den erschrecklichen Erschütterungen noch die Alles hinwegwaschenden Ueberfluthungen kommen. Bei dem Erdbeben von Lissabon war die Ebbe bereits seit länger als einer Stunde eingetreten, und es hatte sich das Meer weit zurückgezogen, zudem wehte ein sehr starker Landwind; dennoch erhob das Meer sich rasch zu einer so furchtbaren Höhe, daß sie die höchste Fluthmarke um 40 Fuß überstieg. Dieser Wasserberg brach nicht nur mit seiner ganzen verheerenden Gewalt in die Straßen der zerstörten Stadt, furchtbare Verwüstungen anrichtend, sondern überschwemmte alle nach Westen gerichteten Küsten von Portugal in einer gleichen Höhe und kehrte, was wohl das Schrecklichste dabei war, dreimal zurück, immer mit der Gewalt einer rücklaufenden Brandungswelle die beweglichen Gegenstände vor sich her in die Tiefen des Oceans spülend und dann abermals und nochmals als riesige Woge hereinbrechend, um das von der vorigen noch Uebriggelassene mit fortzuschwemmen. Selbst bei Cadix, wo das Erdbeben als solches keinen eigentlichen Schaden gethan hatte, schwemmten die das westliche Cap St. Vincent anstürmenden Wogen, welche sich bis zu 60 Fuß über die Fluthhöhe gesteigert hatten, die Mauern der Festung hinweg, als ob sie nicht aus Stein, 30 Fuß dick, sondern als ob sie aus Kork aufgeführt wären. Die Festungskanonen vom schwersten Kaliber, auf höchst ungeschickten Lafetten, nicht wohl zum Fortrollen eingerichtet, wurden durch den Stoß der rücklaufenden Wassermassen nach dem Meere zu geschwemmt. Dasselbe trat meilenweit zurück und entblößte den Strand in einer Weise, wie es bei der Ebbe nie geschehen, kehrte dann wieder wie bei Lissabon, nur vielleicht noch verderbenbringender, gewaltthätiger als dort, und beruhigte sich erst Tage lang nachher. Die Kanonen wurden durch Teufelskrallen gesucht und gehoben; mehrere waren über 2000 Schritt weit von ihrem ursprünglichen Standpunkt entfernt, die

Landzunge aber, welche Cadix mit Spanien verbindet, war zerrissen, die Festung in eine Insel verwandelt, und sie selbst wäre gleich der Landzunge hinweggewaschen worden, wenn es nicht ein gewaltiger Felsen gewesen wäre, auf dem Cadix steht.

Die Anschwellung der See erstreckte sich längs des ganzen atlantischen Oceans von der afrikanischen Küste nordwärts bis Schottland, wurde auf allen Inseln dieses Meeres bemerkt bis zu 20 Fuß Höhe über dem höchsten Fluthstand und drang bis zu den großen und kleinen Antillen, umfaßte also wenigstens die ganze Nordhälfte des Oceans. Aus der Südhälfte stehen uns keine wissenschaftlichen Berichte zur Seite, daher man nicht mit Bestimmtheit von der Flutherstreckung bis dorthin sprechen kann.

Neun Jahre vor dem großen Erdbeben von Lissabon erlitt Lima und die Küstengegend von Peru eine furchtbare Zerstörung; bei derselben wirkte das Meer so verderblich wie die Erderschütterungen. Von diesen hatte am 28. Octobor 1746 die Hafenstadt von Lima, der Callao, wenig gelitten, als plötzlich das Meer sich 80 Fuß hoch erhob, über die unglückliche Stadt her stürzte und nichts von ihr übrig ließ, nicht einmal die Stelle, worauf sie gestanden, denn die rückkehrende Fluth riß auch diese mit hinweg, oder sie versank durch das Erdbeben selbst; die Tradition sagt, es sei der Callao bei ruhigem Meere noch ganz deutlich zu sehen, und es seien die Kirchthürme vollkommen wohl erhalten bis auf die Spitzen, welche von tief gehenden Schiffen abgestreift worden, die Haifische sollen sich in den Häusern von Beamten wohnlich niedergelassen haben.

Dieses sind nun allerdings Fabeln, wie die lebhafte Phantasie der spanischen Bevölkerung sie jeden Augenblick ersinnt, wenn es darauf ankommt, irgend ein schreckliches Ereigniß zu schildern, welches den Leuten dort noch immer nicht schrecklich genug war; allein die Erhebung des Meeres, der Untergang des Callao ist eine Thatsache; die Schiffe, welche im Hafen lagen, wurden, so weit sie klein und doppelt verankert waren, festgehalten und unter Wasser gezogen, die größeren zersprengten ihre Taue und wurden von den Wellen auf das Land getragen, vier derselben bis eine volle Meile jenseits der Stadt, in einem wie in dem andern Falle mit Mann und Maus verloren; von den im Meere versunkenen entrann kein einziger, die Mannschaften der aufs Land geworfenen waren durch den Sturz zerschmettert wie die Schiffe selbst. Als die unglücklichen Bewohner von Lima (aus dem Callao waren nur 15 Menschen mit dem Leben davongekommen) Zeit hatten, auch an das Unglück Anderer zu denken, fand man unter den Trümmerhaufen, welche einst Schiffe gewesen waren, nur verwesende Leichen und einige Jammerbilder, welche mit zerschmetterten Gliedern an den Leichen nagten.

Mögen viele von diesen Nachrichten für übertrieben gehalten werden, so ist doch ein Bericht Darwin's über das Erdbeben, welches im Jahre 1835 Chile verwüstete, gar nicht anzugreifen, und auch er sah die Küsten des so schrecklich heimgesuchten Landes auf der ganzen Strecke von 200 Meilen Länge, welche die Schiffe „Adventure" und „Beagle" befuhren, mit Trümmern hoch hinauf und meilenweit hinein in das Land bedeckt, „als ob tausend Schiffe gleichzeitig gestrandet wären."

Bei den furchtbaren Erdbeben in Peru vom 13. bis zum 19. August 1869 waren ebenfalls mächtige Meeresbewegungen vorhanden, und die Vorgänge in der Küstenstadt Arica werden folgendermaßen geschildert. „Gleich nach dem ersten Stoße stürzte daselbst ein Haus ein, und breite Spalten bildeten sich im Boden. Da wich plötzlich das Meer zurück und mit ungeheurer Schnelligkeit wurden alle Schiffe aus der Bucht in die See hinausgeschleudert. Wenige Minuten später wurde das zurückweichende Wasser von einer 50 Fuß hohen Welle gehemmt. Diese wälzte sich majestätisch heran, überschwemmte weithin die Küste und ließ die Schiffe als Wracke auf dem Trocknen zurück. Die britische Brigg Charnasillo lag hoch oben zerschmettert auf dem Strande; andere Schiffe schwammen umgestürzt auf dem Wasser. In Callo war die Woge nur 14, in Casma und Talcahuano in Süd-Chile nur 8 Fuß hoch. In Iquique zog sich das Meer 10 M. nach dem ersten Stoße zurück. Mexillones, eine kleine Hafenstadt, 20 Meilen nördlich von Iquique, wurde bis auf ein Haus fortgeschwemmt. Aber durch die Stadt bildete sich eine Spalte und durch das Wasser eine Art Kanal von 75 Fuß Länge." (Vogt, Lehrbuch der Geologie ꝛc. II, 218, 4te Aufl.)

Wunderbar ist es, daß diese Meeresbewegungen fast immer, nachdem zuerst ein Stoß stattgefunden hat, mit einem Zurückziehen des Wassers von den Küsten beginnen, dem unmittelbar darauf die hoch geschwellte Woge folgt.*) Man hat eine Menge von sinnigen und unsinnigen Erklärungen versucht, und doch ist die Beantwortung der Frage ganz leicht, wenn man sich streng an die Grundsätze der Physik hält.

Niemand wird glauben, daß diese Erschütterungen, Hebungen und

*) Die Angabe über die Höhe dieser Welle mag wohl auch durch das Entsetzen, welches die drohende Vernichtung veranlaßt, sehr übertrieben sein, — so werden unsere Leser denken, und Niemand ist bei dem Ereigniß ruhig genug gewesen, um den Vorwurf einer möglichen Uebertreibung von sich abzulehnen; merkwürdigerweise aber liegt eine Thatsache vor, die allen Zweifel über diesen Gegenstand hebt. Bei einem Erdbeben auf Jamaica hob sich das Meer — wer kann sagen, bis zu welcher Höhe? Aber eine englische Fregatte wurde von dieser Welle über die Häuser und Thürme der Stadt hinweggehoben und dann auf eins der letzten Gebäude niedergesetzt, so daß sie das Dach eindrückte und zwischen den Mauern fast unbeschädigt sitzen blieb. Diese Welle mag wohl höher als 80 Fuß gewesen sein.

Senkungen des Bodens bloß das über den Wasserspiegel erhobene Land betreffen; die Erhebungen überhaupt, auf Tausende von Quadratmeilen ausgedehnt, finden ebenso unter dem Meeresspiegel als über oder seitwärts von demselben statt. Wird nun eine Strecke des Meeresbodens gehoben, so wird nothwendigerweise auch das Wasser darüber gehoben, und dasjenige, was nicht über der gehobenen Stelle, sondern nebenbei befindlich ist, muß wegen des natürlichen Zusammenhanges folgen, also die Stelle verlassen, auf der es früher war, daher von den Küsten zurücktreten. Geschähe dies nicht, so müßte ja zwischen dem gehobenen Wasser und dem zurückbleibenden ein Riß, ein Spalt entstehen, welcher der Größe der Hebung angemessen ist; davon kann aber nach den bekannten Cohäsions- und Adhäsions-Erscheinungen des Wassers an sich, wie des Wassers in Berührung mit festen Körpern (Meeresboden) und überhaupt nach den bestehenden Naturgesetzen gar nicht die Rede sein. Das Zurücktreten des Meeres von den Ufern ist also Folge einer Erhebung des Meeresbodens in einer gewissen Entfernung von der Küste, und die nun kommende Welle ist eine Folge der durch die Schwere herbeigeführten Ausgleichung des veränderten Niveaus. Sind die zerstörenden Wirkungen eines Erdbebens schon an sich schrecklich, so wird der Eindruck, den sie hervorbringen, doch noch bis zum Entsetzlichen erhöht durch das sie begleitende Getöse, welches von einer furchtbaren, entnervenden Wirkung ist. Das Rasseln von mit Eisenstangen beladenen Wagen über holpriges Steinpflaster, das dumpfe Rollen eines entfernten Donners, in unregelmäßigen Pausen wiederkehrende Kanonenschläge, Detonationen von einer Gewalt, als ob die größten Pulverexplosionen stattfänden, — das Alles geht gleichzeitig oder abwechselnd durch einander, und da nun damit das Erzittern des Erdbodens und das Einstürzen der Häuser verbunden ist, so kann man das Zagen des menschlichen Gemüthes wohl begreifen, welches die gänzliche Unzulänglichkeit seiner Mittel in dieser furchtbaren Aufregung der Natur fühlt und sich widerstandslos dämonischen Gewalten preisgegeben sieht.

Dieses Geräusch, ähnlich dem Wirbeln vieler Trommeln und dem Brausen des wüthendsten Orkans, dem schrillenden Klirren durch einander geworfener Ketten, also *ähnlich* den unter sich *unähnlichsten* Tönen, pflanzt sich gewöhnlich, wie die Erdbeben, über sehr große Strecken fort und wird gleichzeitig überall empfunden, wo es überhaupt hindringt, was daher kommt, daß es wirklich ein unterirdisches Getöse ist und flüssige oder feste Körper den Schall bei weitem besser leiten als die Luft.

Es giebt auch Fälle, in denen das unterirdische Getöse *nicht* von einem Erdbeben begleitet ist; so geschah es, als im Jahre 1812 nach dem Erdbeben von Caracas der Vulkan der Insel St. Vincent auszubrechen be-

gonnen hatte und diese Insel gleichzeitig von heftigen Erdbeben heimgesucht ward; man hörte damals am 30. April fast in der ganzen Provinz Venezuela, auf einem Flächenraum von etwa 2200 geographischen Quadratmeilen, ein unterirdisches Donnern ohne jede Bewegung, und zwar fast überall an den entferntesten Punkten von gleicher Stärke. Zu Calabogo in den Steppen, wie zu Caracas, an zwei Orten, welche an 50 Meilen von einander entfernt liegen, nahm man dasselbe in der ersten Bestürzung für Kanonendonner und traf Maßregeln, sich beim Anrücken eines vermeintlichen Feindes zu vertheidigen, und doch liegt St. Vincent, wo die Erderschütterung stattfand, von dem Rio Apure in den Steppen, wo man nur das unterirdische Getöse hörte, in gerader Linie etwa 210 Stunden entfernt. Ein ganz ähnliches Ereigniß fand in unseren Zeiten statt, und sehr viele unserer freundlichen Leser müssen sich noch jetzt der Zeitungsberichte über die unterirdischen Getöse, Kanonenschüsse und Donnerschläge erinnern, welche in den Jahren 1822 bis 1826 die Insel Meleda im adriatischen Meere, an der Küste von Damaltien heimsuchten. Sie erfolgten so häufig, daß man z. B. in der Nacht vom 2. zum 3. September 1823 über 100 Schüsse zählte. Anfangs wurde man durch die Aehnlichkeit mit Kanonendonner so getäuscht, daß die Bewohner glaubten, eine Seeschlacht oder eine Kanonade in dem benachbarten Bosnien zu hören; da jedoch das Getöse nicht aufhörte, so mußte man zuletzt annehmen, daß es unter der Insel (4 Meilen von Ragusa entfernt) seinen Sitz habe, was durch die Nachbarn auf dem Festlande zuletzt zur Gewißheit wurde, da diese es nicht hörten. Auch hier waren die Explosionen nicht von einem Erdbeben begleitet; erst nachdem dieselben ein Jahr und darüber angedauert hatten, fühlte man eine Erschütterung, die jedoch an Gebäuden keinen Schaden that und nur ein Felsstück von dem Berge Veliki-Grad lostrennte.

Als aber das Getöse nach Jahresfrist immer noch nicht aufhörte und nun auch der Felssturz dazu kam, besorgten die Bewohner der Insel den Ausbruch eines Vulkans auf derselben und beantragten bei der österreichischen Regierung eine Versetzung, eine Uebersiedelung nach dem Festlande; es wurden nun zwei Naturforscher, Franz Riepel und Paul Partsch, von Wien dahin abgesandt. Sie lieferten einen umfassenden Bericht über diesen Gegenstand und beruhigten die Einwohner sowie die Regierung über die bevorstehende Gefahr; allein das Getöse erlosch erst im Jahre 1826 völlig.

So wie hier solche akustische Erscheinungen ohne Erdbeben stattfanden, so umgekehrt allerdings auch Erdbeben ohne Getöse, gewöhnlich aber sind beide mit einander vereint, und der Eindruck dieses Getöses ist so furcht-

bar, daß Menschen, welche dergleichen erlebt, außer Stande sind, die Schrecken zu beschreiben, welche sie empfunden.

Was die Ursache der Erdbeben anbetrifft, so werden deren mehrere angegeben.

Aus dem zweiten Theile dieses Werkes wissen wir bereits, daß Ebbe und Fluth hauptsächlich Wirkungen des Einflusses des Mondes, weniger der Sonne, auf die Erde sind. Diese gegenseitige Anziehung von Sonne, Mond und Erde ist so alt wie die Himmelskörper selbst, und wenn sich die Erde nun wirklich früher einmal im heißflüssigen Zustande befunden hat, was jetzt beinahe so gut als bewiesen ist, so müssen die Einwirkungen von Sonne und Mond damals viel bedeutender als jetzt gewesen sein und konnten gewiß nicht ohne Einfluß auf die Gestaltung und Formung der sich allmählich abkühlenden Erdoberfläche bleiben. Ist das Innere der Erde auch heute noch flüssig, so muß es auch heute noch ähnlichen Erscheinungen, wie Ebbe und Fluth, unterworfen sein, und ein solches Steigen und Fallen muß dann nothwendigerweise das verursachen, was wir Erdbeben nennen. Daß dies wirklich der Fall ist, haben bereits im vorigen Jahrhundert Balivi und Toaldo angedeutet, und dann hat Perrey durch Vergleichung von mehr als 5000 Erdbeben nachgewiesen, daß diese merkwürdigen Erschütterungen der Erdrinde dann ungleich heftiger und häufiger eintreten, wenn Sonne und Mond in einer Linie stehen, als wenn dies nicht der Fall ist; sie sind dann stärker, wenn wir uns in der Mondnähe, als wenn wir uns in der Mondferne befinden, und sogar die Culmination des Mondes scheint bei den Erdbeben von nicht geringer Bedeutung zu sein.

Diese Beziehungen der Erdbeben zur Mondstellung sind neuerdings auf Grund eines sehr ausgedehnten Untersuchungsmaterials von Julius Schmidt und Ferdinand Dieffenbach bestätigt worden, und die Ansicht, welche der Verfasser so eben über die Ursache der Erdbeben ausgesprochen hat, ist in neuester Zeit von R. Falb weiter durchgeführt worden und wird als Falb'sche Theorie bezeichnet. Freilich können Mond und Sonne, vorausgesetzt, daß der Erdkern sich wirklich im feurig-flüssigen Zustande befindet, nur insofern als Ursache der Erdbeben bezeichnet werden, als sie den Anstoß hierzu geben, wenn bereits alle Bedingungen im Innern der Erde vorhanden sind. Denn es treten keineswegs immer bei den genannten Mondstellungen Erdbeben ein, und andererseits viele Erdbeben bei anderer Stellung des Mondes zur Erde. Diese Bedingungen aber dürften dieselben sein wie diejenigen, welche vulkanische Eruptionen veranlassen, und die wir früher ausführlich auseinandergesetzt haben. Danach würden die Erdbeben Folge einer Ansammlung von Gasen und Dämpfen unter

hoher Spannung sein, welche einen Ausweg suchen. Dafür sprechen zahlreiche Thatsachen, so z. B., daß oft kurz vor oder nach oder gleichzeitig mit einer vulkanischen Eruption Erdbeben stattfanden, daß oft Erdbeben auf einem Gebiete von vulkanischen Eruptionen an sehr entfernten Orten begleitet sind, daß ein Erdbeben aufhört, sobald eine vulkanische Eruption erfolgt, die angesammelten Dampf- und Gasmassen also einen Abzugskanal gefunden haben, daß endlich in vulkanischen Gegenden namentlich dann Erdbeben eintreten, wenn die Vulkane lange Zeit geruht haben. Trotz alledem kann man nicht mit Sicherheit behaupten, daß zwischen vulkanischen Erscheinungen und Erdbeben ein nothwendiger, gesetzmäßiger Zusammenhang existirt, denn da die Erdbeben außerordentlich häufig sind, so häufig, daß, wie Fuchs meint, kein Tag und keine Stunde ohne Erdbeben vergeht, so sind wir nicht sicher, ob jener Zusammenhang nicht ein scheinbarer ist.

Eine fernere Ursache der Erdbeben findet R. Bunsen in dem Erstarrungsprozeß der feurigflüssigen Massen in der untersten Region der Erdrinde, welche durch den Druck ebenso befördert wird wie durch Abkühlung. Daß durch solche moleculare Veränderungen Stöße, Schwankungen, Hebungen und Senkungen des Erdkörpers stattfinden können, ist nicht zu bestreiten. Nicht minder berechtigt ist man, das Wasser für die Erdbeben verantwortlich zu machen. Ebenso wie an der Erdoberfläche, so nagt das unterirdische Wasser, sei es das Quellwasser, sei es das in das Erdreich eindringende atmosphärische oder das durch Spalten hineingelangende Meerwasser, an den Gesteinen; es zertrümmert, schlämmt oder löst sie auf, und solche Auswaschungen müssen Zusammenstürzungen zur Folge haben, welche sich als Erdstöße und Erdbeben verrathen. Volger macht darauf aufmerksam, daß viele Erdbebencentren in nicht vulkanischen Gegenden in löslichen Gesteinschichten liegen; hier können also durch die Thätigkeit des Wassers Höhlungen entstehen, in welche die darüber lagernden Massen einstürzen. Dieser Ansicht über die Ursache der Erdbeben schlossen sich unter Anderen Bischof und Mohr an, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie für nicht vulkanische Gegenden, wie z. B. für die flache Gegend von Großgerau, woselbst in der Zeit von October bis Dezember 1869 mehr als 600 Erdstöße wahrgenommen wurden, ihre Geltung hat.

Diejenigen Geologen, welche, wie Dücker, Süß, Hörnes u. A., die Entstehung der Gebirge auf seitliche Zusammenschiebungen der Erdrinde zurückführen, suchen die Ursache der Erdbeben in *plötzlichen Schiebungen in der Erdrinde*; denn es ist kein Grund, anzunehmen, daß diese gebirgsbildenden Verschiebungen aufgehört haben. „Würde", sagt Dücker, „unsere Erdrinde aus weichern Massen bestehen, so würden die Schie-

bungen sich stets in sanfter unfühlbarer Weise vollziehen; da sie aber zum guten Theile aus harten Felsarten besteht, so wird diese Schiebung nach Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze eine plötzliche Bewegung, die eben unseren Erdbeben entspricht, hervorbringen." Er weist zur Stütze seiner Ansicht noch besonders darauf hin, daß bei Erdbeben fast immer seitliche Bewegungen wahrgenommen werden, und daß in Ländern mit festen, harten Felsmassen, wie in Griechenland, Italien, die Bewegungen des Erdbebens viel verhängnißvoller ausfallen als in solchen, wo weichere Schiefermassen vorherrschen, wie z. B. in Norddeutschland. Ob hiermit alle möglichen Ursachen erschöpft sind, lassen wir dahingestellt. Keine derselben erklärt für sich alle Arten der Erdbeben, aber die eine oder andere wirkt sicherlich bei den verschiedenen Erderschütterungen mit.

Die Erze und ihre Lagerstätten.

Sind für die physische Geographie der Kalk, der Sandstein, der Granit, der Schiefer von sehr großer Bedeutung, so sind dagegen die Erze von um so geringerer. Indessen die erstgenannten die Erdkruste bilden, durchsetzen die letzteren dieselbe wie feine Fäden und sind im Vergleich zu der Masse der Erde höchst wahrscheinlich von viel geringerem Belang als die paar Enden Zwirn oder Seide, mit denen ein wattirter Rock durchnäht ist. Für den Menschen aber sind die Erze von großer Wichtigkeit, und es muß daher über sie sowie über ihr Vorkommen Einiges gesagt werden.

Der unmittelbar vorhergehende Abschnitt lehrt uns, daß es Ereignisse giebt, welche die fest gewordene Erdrinde nach verschiedenen Richtungen zerreißen und spalten. Diese Felsspalten nennt der Bergmann, wenn sie leer sind, „Klüfte", wenn sie mit irgend einer Gesteinart, die von der des Berges verschieden ist, ausgefüllt sind, „Gänge". Diese Gänge sind es hauptächlich, welche man als die Lagerstätten der Erze anzusehen hat, wiewohl sie auch noch nesterweise in großen vereinzelten Räumen gewissermaßen als Ausfüllungen von Blasen und ferner auch in fremdem Gestein eingesprengt vorkommen.

Der Name „Erz" ist etwas sehr Ungewisses; man bezeichnet ein Gestein welches den hundertsten Theil seines Gewichtes Gold enthält, gewiß mit dem Worte Erz und legt ihm ebenso gewiß den Ehrentitel: ein reiches Erz bei, und dies mit Recht, denn der Centner Golderz enthält alsdann ein Pfund reinen Goldes und ist somit nahe an 400 Thaler werth; ein so reiches Erz ist übrigens sehr selten. Niemand wird aber ein Gestein, welches noch viel reicher an Eisen oder Zink oder an Blei wäre, welches zwei Pfund Blei auf den Centner Gestein gäbe, ein Eisen-, ein Blei- oder Zinkerz nennen, Niemand wird es für bauwürdig erachten und daraus die genannten Metalle gewinnen wollen. Es läßt sich sonach der Begriff Erz nicht nach Prozenten des metallischen Gehalts feststellen. Nicht einmal Bauwürdigkeit entscheidet; man sagt, dieses Erz ist nicht bauwürdig; man nennt also das Gestein, welches Metall enthält, aber nicht in solcher Menge, daß es der Mühe lohnt, dasselbe ans Tageslicht zu fördern und weiter zu bearbeiten, dennoch Erz!

Erze sind Verbindungen eines metallischen Elementes mit einem nicht metallischen oder mit einem anderen metallischen Elemente. Eisen mit Sauerstoff giebt sehr verschiedene Eisenerze. Der Magneteisenstein ist ein solches, der Bluteisenstein oder Rotheisenstein gleichfalls. Das Eisen mit Schwefel verbunden giebt ein anderes Eisenerz, den Kies, Eisenkies, Schwefelkies, das Metall mit Sauerstoff und Phosphor verbunden bildet das sogenannte Wiesen- oder Rasenerz. Aber auch wenn das Eisen mit Nickel (gleichfalls einem Metalle) verbunden vorkommt, wie in Nordamerika, wie ferner im Meteoreisen, nennt man dasselbe ein Erz. Quecksilber mit Schwefel verbunden heißt Zinnober, und dieser ist das beste Erz des Quecksilbers, wiewohl dasselbe auch häufig gediegen vorkommt, da es dann „unvererzt" genannt wird. Bleiglanz ist sowohl ein Bleierz als ein Silbererz; dieses Mineral ist aus Schwefel und den beiden gedachten Metallen zusammengesetzt, und eins derselben ist das Vererzungsmittel für das andere.

In solchen hundertfältig verschiedenen Gestalten finden sich die Metalle über den ganzen Erdkörper vertheilt; aber nur sehr wenige bilden durch ihre Erze ganze Gebirge oder weit ausgedehnte Lager, wie z. B. das Calciummetall im Kalk oder Gips (natürlich Marmor, Liaskalk, Kreide mit eingerechnet) oder wie das Aluminiummetall im Thone, im Kryolith, — die meisten anderen außer den Alkalien (in welcher Beziehung man das Steinsalz ein Erz des Natriums nennen könnte) bilden niemals Gebirge, Berge, ausgedehnte Lager, sondern immer nur Ausfüllungen von Spalten in diesen Gebirgen; sie sind mithin, wie bereits bemerkt, für die Lehre von dem Erdkörper nur von untergeordneter Bedeutung, wenn schon unzweifelhaft für das menschliche Geschlecht von größter Wichtigkeit, indem die fortschreitende Civilisation mit der Bearbeitung der Erze zu Metallen und mit der Bearbeitung der Metalle selbst auf das engste verschwistert ist.

Das Vorkommen der Metalle im gediegnen Zustande, wie sich die edlen Metalle meistentheils, die unedlen aber nur ausnahmsweise finden, oder im vererzten Zustande, wie die unedlen gewöhnlich erscheinen, ist ein sehr verschiedenes; doch läßt es sich stets auf einen der folgenden vier Fälle zurückführen: sämmtliche Erze treten nur in Gängen, Lagern, Stöcken oder Imprägnationen auf.

Erzgänge.

Das gewöhnlichste Vorkommen der Erzlagerstätten ist stets das in Gängen.

Wir haben bereits vielfältig von den Umwälzungen gesprochen, welche die Erde erlitten; es sind bei diesen Berge erhoben und Thäler ausgetieft,

es sind auch umgekehrt Berge geebnet und Thäler verflacht, verschüttet, es ist begreiflich, daß sich in unzähligen Fällen durch diese Ereignisse Spalten, Klüfte, Abgründe von verschiedenster Breite und Länge bilden mußten; — dergleichen Spalten nennt der Bergmann, wenn sie ausgefüllt sind, „Gänge", wenn es aber nicht geschehen ist, wenn sie leer geblieben sind, „Klüfte". Hier findet man die Erze am häufigsten.

Die Entstehung solcher Spalten ist sehr leicht nachzuweisen; wie dieselben gefüllt worden, dürfte schwerer zu sagen sein. Wir sehen in der

Spaltungen und Klüfte.

vorstehenden Zeichnung der Tertiärformation, welche das sonst ebene Land zwischen London und Hamshire bildet, so gespalten und zerklüftet, wie es nicht anders möglich ist, wenn man bedenkt, daß diese parallelen Sandstein- und Kalkablagerungen in einer Dicke von einigen hundert Fuß durch eine hervortretende Anschwellung aus dem Innern der Erde gehoben werden sollen. Die Gesteine sind erstarrt, sie können sich nicht mehr biegen, sie können aber auch nicht in der Mitte gehoben, auf beiden Seiten frei in der Luft schweben, wie ein Balken, den man irgendwie unterstützt, sie müssen also zerbrechen, und diesen Erfolg zeigt die obige Skizze.

Dergleichen Spalten füllen sie im Laufe der Jahrtausende von selbst durch Abwaschungen von oben her; Sand, Thon, Staub, Grus des vorhandenen ursprünglichen Gesteins schütten die Risse nach und nach zu; Erze wird man in solchen Spalten selten finden, hänfiger Reste von Thieren, welche verunglückt, vielleicht sehr bald bedeckt worden und so der Verwesung entgangen sind.

Dennoch war an dem Ende des vorigen Jahrhunderts gerade diese Ansicht die allgemein geltende geworden, indem Werner, ein hochverdienter Mineralog und Naturkundiger, in die verworrenen Ideen der früheren und noch der mit ihm gleichtig lebenden Forscher auf diesem Gebiete Licht und Ordnung brachte. Das ganze Gebäude der Geognosie und Geologie oder der Erdbildungskunde dankt ihm ihr Entstehen, und was hierin von Seiten der Franzosen und Engländer gethan worden, ist lediglich auf den Schultern Werner's erbaut, er ist der Atlas, welcher ihr ganzes Weltall trägt. Mehr als Andere haben die Deutschen und die Schweden selbständig Fortschritte gemacht, wenn schon nicht geleugnet werden kann, daß auch sie den Aufschlüssen, welche der durchaus praktische und lediglich von der Naturanschauung ausgehende Werner gegeben hat, die Grundlage aller neueren

Theorien verdanken, nur sind sie selbständig weiter vorgeschritten und haben sich nicht sklavisch an dasjenige gehalten, was der Meister aufgestellt, noch auch haben sie sich bloßen leeren Phantasien hingegeben, wie beispielsweise Elie de Beaumont, der Hirngespinnste und Trugschlüsse für Wahrheiten und Thatsachen ausgab.

Gänge nennt der Bergmann Spalten, welche mit anderem als dem Gestein ausgefüllt sind, worin diese Spalten sich befinden; Erzgänge nennt er dieselben, wenn sie metallische Schätze enthalten. Die Ausfüllung dieser Spalten zu Gängen ist unzweifelhaft, allein das Wie ist eine noch immer ungelöste Frage. Obschon ein so großer Mineralog, wie Werner, lange Zeit behauptete und bewiesen zu haben glaubte, daß die Ausfüllung von oben her, d. h. durch Niederschlag aus Auflösungen, geschehen sei, so ist doch der Beweis in der That nicht geführt, und es würde immer unbegreiflich sein, woher das Metall kommen sollte, welches auf der Oberfläche der Erde gar nicht gefunden wird. Daß die Gänge nicht auf eine bestimmte, überall sich gleich bleibende Art gefüllt worden, ist im Gegentheil keine offene Frage mehr; es läßt sich mit Sicherheit nachweisen, daß der Ursachen verschiedene gewesen, und die Verfolgung derselben wird uns vielleicht näher zu einem Endresultat führen als das eigensinnige Festhalten an einer vorgefaßten Meinung. Es ist damit so, wie mit dem Streit der Neptunisten und Vulkanisten über die Entstehung der Erde oder vielmehr über die Gestaltung der Oberfläche derselben. Man kam zu nichts Ordentlichem, so lange die Forscher sich in zwei feindliche Lager theilten: von dem Augenblick an, wo sie ihren Eigensinn aufgaben und die Vulkanisten zugestanden, in diesen und jenen Fällen hätten die Neptunisten Recht, und die Neptunisten dasselbe den Vulkanisten zugestanden, fielen alle Schwierigkeiten weg, — man sah klärlich, diese und diese Bildungen wären aus dem Meerwasser oder dem Flußwasser hervorgegangen, jene wären durch feurigen Fluß entstanden, und endlich jene noch andere wären zwar neptunischen Ursprungs, aber plutonisch, d. h. durch starke Erhitzung, vielleicht Schmelzung verändert.

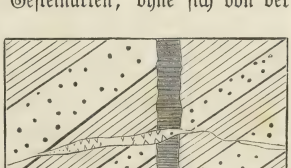
Ein Gleiches nun zeigt sich hier: nicht auf eine Art sind alle Spalten gefüllt, sonder jede auf ihre eigne Art.

Wenn wir zu etwas Klarem, Anschaulichem gelangen wollen, so müssen wir zuerst die Entstehung der Spalten verfolgen. Die auf der vorigen Seite befindliche Figur zeigt uns eine ganze Reihe von Spalten, entstanden durch Erhebung des Untergrundes. So aber zeigen sich die Spalten nur dann und wann; gewöhnlich sieht man nicht viele, sondern nur einzelne Risse in einem Berge. Manche derselben gehen zu Tage aus und verengern sich nach unten; wieder umgekehrt erweitern sich manche nach unten und er-

reichen die Oberfläche gar nicht oder doch nur so, daß sie nicht zugänglich sind von dieser Seite, so k k auf der folgenden Zeichnung, welche den Zechstein c c mit zwei ihn durchsetzenden Gängen darstellt, wovon der eine nach der Oberfläche der Erde geschlossen erscheint, der andere b b dagegen sich nach oben erweitert.

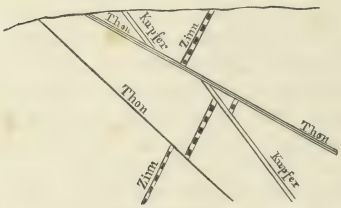
Gebirgsspalten. Gänge.

Wollte man die Erfüllung der Spalte durch Ganggestein (so nennt man den mineralischen Inhalt der Gebirgsspalte) von oben her auch für diese letztere als möglich zugeben, so ist eine solche Möglichkeit doch schon für die erstere beinahe ausgeschlossen; aber noch auffallender liegt eine wirkliche Unmöglichkeit vor, wenn die Spalten entweder thatsächlich nicht bis an die Oberfläche reichen, oder wenn sie nicht in einer Richtung entstanden sind, welche sich der vertikalen nähert, sondern beinahe oder ganz horizontal laufen, wie z. B. der mit Quarz ausgefüllte Gang, welcher ein starkes Gneißlager durchsetzt, nachdem dasselbe vorher vertikal gespalten und durch Grünstein ausgefüllt worden war. Der Quarzgang verengert und erweitert sich, wie dieses sehr häufig vorkommt, durchbricht aber beide Gesteinarten, ohne sich von der sehr verschiedenen Festigkeit der beiden Gesteinarten stören zu lassen. Hier ist nun von einer Füllung von oben her gar keine Rede, auch liegt der Gang keineswegs so nahe an der Oberfläche, wie die Figur zeigt, auch ist überhaupt diese Figur nicht ein Phantasiestück, sondern ein wirkliches Vorkommniß am Tronstadstrand unfern Christiania.


Horizontaler Gang.

Wenn die Figur auf S. 559 uns zeigt, daß eine große Menge fächerartig gestellter Gänge gleichzeitig entstehen könne durch die Erhebung des Untergrundes, so liegt doch bei den anderen hierher gehörigen Fällen eine solche gleichzeitige Trennung des Gesteins durchaus nicht vor, und es wird durch die genauere Untersuchung des Verlaufes der Gänge unzweifelhaft, daß die Spalten durch Erderschütterungen in sehr verschiedenen Zeiträumen entstanden sind.

Nehmen wir an, wir fänden einen Gang mit mancherlei Gesteinen, hinsichtlich seines Metallgehaltes aber mit Zinn besetzt, derselbe hörte plötzlich auf und fände sich mehrere Klafter tiefer wieder ganz von derselben Breite, von demselben Gestein erfüllt und in derselben Bergart fortlaufend, so haben wir vollkommene Berechtigung, zu sagen: der Zinnerzgang ist irgend wann entstanden, ist alsdann mit Erzen und Gesteinen erfüllt, und nachdem dies über seine ganze Erstreckung geschehen, ist er durch ein neues Ereigniß wie dasjenige, was ihn zuerst eröffnete, verschoben worden. Es kommt nun sehr häufig vor, daß die Verschiebung dieses einen Ganges selbst zu einem Gang geworden. Da dieses aber viel später geschehen, so ist zwar die Ursache der Spaltenbildung dieselbe in beiden Fällen, aber die der Spaltenfüllung keineswegs, und dann sehen wir auch den Spalt, der die Versetzung bedingt, mit einem andern Material ausgefüllt, ja es kann sich solch eine Versetzung öfter wiederholen, und die nebenstehende Figur, welche den Durchschnitt eines Bergwerkes zu Redruth in der englischen Grafschaft Cornwall giebt, zeigt eine solche mehrmalige Wiederholung.



Verschobene Gänge.

Der älteste Gang ist hier der mit Zinn besetzte; er ist dreimal gebrochen, zuerst durch eine ihn kreuzende Spalte, welche ihn sowohl getrennt als auch verworfen hat. Diese Spalte hat sich mit Kupfer gefüllt. Dann ist dieser zweite Gang sammt dem ersten durch eine dritte Spalte durchsetzt, welche sich mit Thon gefüllt hat. Der Kupfergang, welcher zusammenhängend war, ist durch dieses neue Ereigniß gleichfalls getrennt worden, allein dies ist noch nicht genug, in größerer Tiefe sehen wir einen feinen Strich den Zinngang durchschneiden. Dieses ist gleichfalls ein Spalt wie der andere, nur von geringerer Mächtigkeit, aber in Hinsicht auf den Zinngang von gleicher Wirkung; er hat nämlich diesen nochmals verschoben oder verworfen.

So wie hier die Spalten zu verschiedenen Zeiten entstanden, so wurden dieselben auch in ganz verschiedener Weise gefüllt, in Gänge verwandelt. Gangsysteme könnte man die gleichzeitigen nennen und von anderen Gangsystemen dadurch unterscheiden; auch nennt man so oder Gangformationen diese von einander abweichenden Spaltungen, und es lassen sich im Erzgebirge deren sechs sehr deutlich nachweisen, indessen das Harzgebirge deren

acht hat, wenigstens glauben die Bergleute so viele aufgefunden zu haben, welches ebenso viele gewaltsame Erderschütterungen voraussetzen würde.

Daß diese letzteren es sind, welche die Spalten geöffnet haben, unterliegt keinem Zweifel; man findet in allen Gängen Gesteinbrocken von der Fels- oder Bergart, in welcher der Spalt entstanden, und man findet die einander gegenüberliegenden Flächen ganz übereinstimmend gestaltet; allerdings wenn die Spalte nicht ein bloßer Riß, sondern gleichzeitig eine Verschiebung war, ist dieses „Gegenüber" nicht wörtlich zu verstehen, allein findet man an dem Hangenden eine Hervorragung, so wird nicht weit davon an dem Liegenden sich eine Vertiefung zeigen, welche offenbar zu jener Erhöhung gehört.

Dieses Vorkommen von in einander passenden Formen zeigt einen sehr ruhigen Vorgang der Spaltung und Verschiebung an; je größer aber die Schuttmasse in dem Gange und je ebener, glatter die Flächen des Spaltes, desto lebhafter muß die Bewegung gewesen sein, durch welche die Trennung hervorgebracht worden. Man hat ganz ähnliche Erscheinungen wahrgenommen an Mauern von Häusern, die durch ein Erdbeben gespalten, aber doch nicht niedergeworfen sind. Man hat an solchen Mauern ein Zittern bemerkt, welches mehrere Minuten dauerte, und hat nachher gefunden, daß sie von oben bis unten schnurgerade gespalten waren, und daß der Spalt mit Ziegenmehl sowohl gefüllt, als am untersten Ende des Risses der Boden ganz mit feinem Ziegenmehl in einem Häufchen bedeckt war, welches durch die Bewegung aus dem Spalt gedrängt war.

Was hier im Kleinen, durch ein geologisches Phänomen hervorgebracht, eine Stadt in Trümmer verwandelt, das ist in den Gebirgen durch gewaltige, weitgreifende Erschütterungen und Verschiebungen geschehen, welche Berge trennten und meilenlange Abgründe öffneten, an denen die vulkanischen Gegenden der Erde, wie z. B. die Andes in Südamerika, außerordentlich reich sind.

Wie die Spalten mit Erzen gefüllt worden.

Ist, wie wir gesehen, die Ursache der Spaltenbildung immer dieselbe, so ist es die Füllung der Spalten zu Gängen keineswegs. Dieselben sind übrigens durchaus nicht immer mit Erzen, sondern viele sind mit krystallinischen Mineralien ausgefüllt und werden Mineralgänge genannt. Man findet Gänge, welche ganz symmetrisch ausgefüllt sind, andere, in denen das Gestein höchst unregelmäßig wechselt; schon dieses zeigt eine sehr verschiedene Ursache der Anfüllung. Die beiden Wände der Spalte nennt

man, wenn dieselbe zum Gange angefüllt ist, „die Saalbänder“ des Ganges. Ist die Füllung symmetrisch, so haben beide Saalbänder dieselbe Bedeckung, z. B. Quarz; auf diesem Quarz sitzt auf beiden Seiten, also auf dem Liegenden sowohl als dem Hangenden, Flußspath, daran schließt sich auf beiden Seiten Schwefelkies, dieser ist wieder mit Flußspath und dieser wieder mit Schwefelkies überwachsen, so daß an jeder Wand des Ganges fünf verschiedene, in gleicher Reihe auf einander folgende Schichten liegen. Gewöhnlich kommt nun in der Mitte noch eine besondere, den Gang vollständig füllende Masse hinzu, z. B. Kalkspath; allein man muß ja nicht glauben, daß es gerade die genannten Steinarten und daß es gerade elf solcher Schichten sein müßten; nicht selten sind deren doppelt so viel, nicht selten halb so viel, die Zahl ist gänzlich zufällig und das Mineral sehr verschieden, nur immer auf beiden Seiten gleich.

Es ist sehr ersichtlich, daß die Ursache dieser symmetrisch geordneten Gangausfüllung eine ganz andere gewesen sein müsse, als die sogenannte breccienartige, welche das Sphärengestein liefert. Dieses letztere besteht nämlich aus Brocken des Gesteins der Saalbänder, der Wände des Ganges, welches ursprünglich durch mechanische Gewalt losgerissen, an einander rundlich gerieben, an den Enden wenigstens abgestumpft, nachträglich von anderem Gestein krystallinisch umschlossen ist. Weil die Steinkerne rundlich sind, nennt man die ganze Masse Sphärengestein.

Diese Umhüllungen wie jene symmetrischen Ablagerungen an beiden Wänden der Gänge glaubt man dadurch zu erklären, daß die vorhandenen Mineralien, in heißem Wasser aufgelöst, durch solche Quellen dahin gebracht worden und dann aus diesen Lösungen heraus krystallisirt sind. Es scheint nun schwer faßlich, wie Quarz und Flußspath und Blende im Wasser haben aufgelöst sein sollen; man darf aber nicht vergessen, daß in immer größeren Tiefen die Temperaturen sowohl durch den Druck der Atmosphäre als auch durch die größere Nähe an dem höher erhitzten Erdinnern steigen, und daß es unzweifelhaft Wasser von dreihundert, vierhundert Grad über Null giebt, welches dann allerdings eine viel größere Auflösungsfähigkeit hat, als dasjenige Wasser, welches an der Erdoberfläche bei hundert Grad kocht.

Da die Versuche höchst gefährlich sind, indem die sich entwickelnden Dämpfe alle Schranken zersprengen, welche der Mensch ihnen zu setzen vermag, so ist über die Lösungsfähigkeit des Wassers in solchen Temperaturen noch nicht viel bekannt. Die Natur selbst aber braucht solche Rücksichten nicht zu nehmen, ihr Laboratorium wird nicht auseinander gesprengt, es bekommt bei solcher kleinen Explosion, die 20 Städte in Schutt und 100 000 lebende Menschen in Leichen verwandelt, höchstens da oder dort

einen kleinen Sprung von 50 Meilen Länge und 5 oder 10 Klafter Breite, und wenn nun siedendes (bei 400 Grad siedendes) Wasser diesen Spalt füllte vor 100 000 Jahren und seinen Inhalt, durch die Erkaltung herbeigeführt, krystallinisch an beiden Seiten des Spaltes absetzte und ein paar hundert oder ein paar tausend Jahre später eine andere Auflösung denselben Spalt erfüllte und ihren Inhalt auf das vorher niedergeschlagene Gestein ablagerte, so ist hiermit die symmetrische Gangausfüllung vollständig erklärt, und es scheint beinahe, als könne man gar keine andere Erklärung zulassen, als sei dies die einzig richtige, für den gegenwärtigen Standpunkt des Wissens wohl ohne Zweifel; — ob nicht eine Zeit kommen wird, in welcher man sich über unsere Beschränktheit so lustig macht, wie wir uns über die Anhänger der Stahl'schen Phlogistonansicht lustig machen, ist allerdings eine andere Frage.

Wir müssen auch die krystallinische Umhüllung des sphärisch geriebenen und gerollten Gesteins als von dieser Ursache herrührend ansehen, selbst wenn sie aus reinem Bergkrystall bestehen sollte. Wir wissen, daß Quarz löslich ist in Aetzkali oder -Natron; dies zeigt uns das sogenannte Wasserglas, welches man zum technischen Gebrauch künstlich bereitet; aber der Quarz ist auch ohne Hilfe eines Alkalis löslich; dies sehen wir an den kieselhaltigen Quellen, deren mächtigste auf Island als der berühmte Geyser vorkommt, dieses sehen wir an dem verkieselten Holz und endlich am Feuerstein, welcher aus den Kieselpanzern kleiner Schalenthiere besteht, die wieder durch eine ehemals flüssig gewesene Kieselmasse verkittet sind.

So unterliegt die Möglichkeit dieser Gangausfüllung keinem Zweifel mehr. —

Wir sehen noch einen andern Vorgang sich täglich und unausgesetzt wiederholen, den der Ausfüllung von Spalten oder Höhlungen durch Bestandtheile des umgebenden Gesteins; wir sehen die Tropfsteinhöhlen, ursprünglich leere Räume, sich an den Wänden mit Kalksinter bedecken, von den Decken sehen wir Kalksinter in kegelförmigen Massen niedersteigen, und eben solche Massen sehen wir senkrecht unter den Kegeln der Decken entstehen und den oberen entgegenwachsen, bis beide nach und nach zusammentreten, sich vereinigen und zu einer Säule ausbilden.

Der Vorgang ist so unzweifelhaft, daß er selbst vor vielen Jahrhunderten keine andere Erklärung gefunden hat als jetzt.

Kalk ist das Gestein über der Höhle, oder es enthält Kalk als Bindemittel für andere Mineralien; das durchsickernde Regenwasser löst einen Theil dieses Kalkes auf, tritt damit als Tropfen aus der Gesteinmasse, und hier verdunstend, läßt es einen Theil der aufgelösten Substanz zurück und über-

zieht damit die Decke oder läuft an den Seiten und schmückt diese mit dem schönsten Gestein, aus welchem die Italiener Vasen und Kaminsimse, Statuen und Tafeln zu Tischen und Fenstern machen, weil derselbe sehr leicht zu bearbeiten ist und doch eine schöne Politur annimmt; es ist der unter dem Namen Travertin bekannte marmorähnliche, in Adern sehr schön gefärbte weiche Kalksinter, der in der Nähe von Tivoli ganze Berge bildet, entstanden aus dem übermäßig kalkreichen Wasser des Teverone (sonst Anio geheißen).

So wie hier der Kalk, so kann an anderen Orten der Thon aufgelöst werden und die Wände einer Höhle oder eines Spaltes überziehen mit Schiefer, oder es kann der Thon eine krystallinische Gestalt annehmen, und dann bildet er Edelsteine, Rubine u. dgl. Gewiß ist, daß, sowie man in dem Gestein über den Tropfsteinhöhlen Kalk findet, so auch Aehnliches vorkommt in dem Gestein, in welchem die Spalten sich befinden. Diese sind gar nicht selten auf ganz dieselbe Weise gefüllt wie die Tropfsteinhöhlen, d. h. man findet das Material zu dem Ganggestein in der Bergart, welche den Gang umgiebt, dem Nebengestein des Ganges; aber ebenso wahr ist auch, daß gar nicht selten der entgegengesetzte Fall eintritt, daß man nämlich das Material zu dem Ganggestein nicht in der Umgebung findet.

Gewiß wird dies Niemand wundern; der Fälle sind zu viele, als daß sie alle gleich sein könnten; der Fehler war in früheren Zeiten eben der, daß man Alles über einen Kamm scheeren wollte. Werner stellte die Descensions-Theorie auf — alle Gänge sollten von oben herab ausgefüllt worden sein, — ein anderer Bergmann stellte die Lateralsekretions-Theorie auf, das ist die Bekleidung der Spalten durch die aufgelösten Stoffe des Gesteins, wie bei den Tropfsteinhöhlen, — für Beides kommen Fälle vor, auf welche die Erklärung paßt, für Beides aber auch Fälle, auf welche die Erklärung durchaus nicht paßt, — nun wird dritte, eine vierte und fünfte sogenannte Theorie aufgestellt, welche sich indessen ebenso schwach als die beiden andern ausweist, sie paßt nämlich so wenig wie diese auf alle Fälle; aber der Fehler ist eben, daß man dieses verlangt! Sobald man diese ganz unmögliche Bedingung fallen läßt, so hat ein Jeder für sich ganz vollkommen Recht, so wie er es sagt, ist es wirklich geschehen, nur nicht überall.

Da ist denn eine andere Erklärungsart zu Hilfe genommen worden. Man läßt die Metalle verdampfen und den Dampf derselben (oder anderer Mineralien, die man als absolut unlöslich kennt) aus dem geschmolzenen Erdinnern in die Spalten dringen und sich darin absetzen, krystallinisch niederschlagen oder sublimiren. Dieses ist ein sehr wichtiger Punkt ge-

worden; denn viele Metalle kochen oder verdampfen wirklich: das Blei schlägt sich an den Wänden der Hütte, in welcher der Treibherd steht, auf welchem Bleiglätte gemacht wird, metallisch nieder, das Blei wird von den unglücklichen Arbeitern eingeathmet und bringt die schreckliche Bleikolik hervor, die immer den Tod im Gefolge habende Krankheit, welche die Bergleute Hüttenkatze nennen. — Auch das Quecksilber verdampft, ja es braucht gar nicht zu kochen; die Arbeiter in Idria, in den Quecksilberbergwerken, wissen dies sehr gut, sie sterben alle im Laufe des zweiten Jahres ihrer Arbeit; jeder aber ist ein solcher Narr, daß er glaubt, es würde ihm wohl nicht so viel schaden als den anderen.

Alle die leichtflüssigen Metalle sind verdampfbar; Silber, Gold, Platina allerdings nicht so leicht, auch Eisen und Kupfer kaum bemerkbar. Auf diese paßt die Behauptung, die Gänge wären durch die Dämpfe der Mineralien gefüllt, schon weniger. Es läßt sich zwar nachweisen, daß auch Gold zum Kochen gebracht werden könne; Tschirnhausen hat im Focus seiner Brennspiegel solches bewerkstelligt, und daß eine Verdampfung eintrat, dadurch bewiesen, daß er eine Silbermünze in den Golddampf brachte, wodurch dieselbe vergoldet wurde. Daß in der Erde eine solche Hitze herrscht, wie ein vier Fuß im Durchmesser haltender Spiegel sie hervorbringt, ist freilich nur Hypothese; allein Gold verdampft auch ohne solche Hitzegrade, denn wir sehen über dem Tiegel, in welchem sich geschmolzenes Gold befindet, die Flamme *grün* gefärbt, was nur durch das verflüchtigte Gold geschieht; allein man darf ungestraft einen Tiegel mit Gold 24 Stunden lang im geschmolzenen Zustande erhalten, wobei dasselbe immer die Flamme über dem Tiegel grün färbt — ungestraft, denn falls das Gold nunmehr gewogen wird, läßt sich auch nicht die Spur eines Gewichtsverlustes entdecken, — was davon ging als Dampf, war mithin sehr wenig.

Wir sehen, daß hier wieder eine Lücke ist. Vielleicht wird sie durch eine vierte Theorie ausgefüllt, die Ascensionstheorie, welche wir bereits bei der symmetrischen Ausfüllung der Gänge betrachtet haben; freilich reicht auch sie allein durchaus nicht zu, wenn wir nicht annehmen, daß das bei ihr zur Verwendung kommende Wasser mit der einen oder anderen Säure geschwängert war, welche als Lösungsmittel für die betreffende Substanz diente; denn viele von diesen sind ja in *reinem* Wasser völlig *unauflöslich*. Diese Theorie hat sogar so viel Wahrscheinlichkeit für sich, wir müssen ja eigentlich auch die Descensions- und Lateralsekretions-Theorie zu ihr rechnen, daß ihr einer unserer größten Geognosten, Bernh. v. Cotta, das Entstehen fast aller Erzlagerstätten zuschreibt. Er sagt darüber:

„Die örtliche Concentration metallhaltiger Substanzen ist unter allen

Umständen eine Folge vorhergehender Lösung und Bewegung und darauf folgender Kryſtalliſation oder Ablagerung der Theile in irgend einem gegebenen Raume. Das Löſungsmittel ſcheint in den meiſten Fällen Waſſer, verbunden mit irgend einer Säure oder einem andern, die Löſung vermittelnden Elemente geweſen zu ſein, weit ſeltener Wärme, wodurch Schmelzung oder Verdampfung und dann Erſtarrung oder Sublimation eintrat."

Der Niederſchlag aus der Löſung, die Ablagerung oder das Ausſcheiden von Kryſtallen erfolgte auf verſchiedenartige Weiſe, wie durch Abkühlung, Verdunſtung, Verluſt des Löſungsmittels infolge davon, daß es in neue Verbindungen eintrat, wobei natürlich die Beſchaffenheit und Zuſammenſetzung des umgebenden Geſteins von großer Bedeutung war.

Schieden die Metalle aus einer ſolchen Löſung in großen Seen oder Meeren aus, ſo bildeten ſich Erzlager; geſchah es in Klüften, ſo erſchienen Erzgänge, in Höhlungen Erzſtöcke und in poröſen Geſteinen Erzimprägnationen. Selbſtverſtändlich konnten aber dieſe verſchiedenen Arten der Niederſchläge auch zu gleicher Zeit vor ſich gehen, es konnten zu gleicher Zeit Gänge, Lager, Stöcke und Imprägnationen von Metall entſtehen, wie dies z. B. häufig bei den Bleierzlagerſtätten der Fall war.

Ueber die allgemeine Bildung der Erze läßt ſich kaum noch etwas ſagen, während ſie in jedem einzelnen Falle noch beſonders erklärt werden muß, da wohl kaum jemals an zwei verſchiedenen Orten Erze vorkommen, die ſich in ganz derſelben Art und Weiſe niedergeſchlagen hätten, ſondern es wirkten dabei ſtets Verhältniſſe, welche bald größere, bald geringere Abänderungen hervorriefen. Es ließe ſich dies an zahlloſen Beiſpielen nachweiſen, würde uns hier aber zu weit führen; jedenfalls ſieht man aus dem Obigen auf das deutlichſte, daß die Gänge auf die verſchiedenartigſte Weiſe ausgefüllt worden ſind.

Alter der Erzgänge.

Demnächſt ſcheint es, als ob dieſe Ausfüllungen, wenn ſie auch vor Millionen Jahren begonnen, doch nicht auch ſeit Millionen Jahren aufgehört haben, daß ihre Ausfüllungen keineswegs einen kurzen Zeitraum eingenommen, ſondern daß ſie das Reſultat lange dauernder Thätigkeit des Erdkörpers ſind, und daß ſie wahrſcheinlich noch fortdauern. Unzweifelhaft iſt dieſes mit der Ausfüllung von Höhlen durch Tropfſtein, unzweifelhaft mit lavaartigen Geſteinen, wo wir denn ſchon zwei der mächtigen Thätigkeiten, Ausſcheidung aus dem Nebengeſtein und Einſpritzung, vor uns haben. Die Ablagerung aus den Mineralwaſſern reichhaltiger Quellen

gehört ebenso der Gegenwart an, von den incrustirten Blumen aus Karlsbad bis zu den Confetti de Tivoli des Teverone und den Bausteinen von Huancaveliera in Peru. (S. Erdball II. Th., Incrustirende Quellen.)

Da nun die Vulkane uns zeigen, wie es im Innern der Erde aussieht, da sie das geschmolzene Gestein bis über die Gipfel der Berge, welche die Trichter enthalten, hinausfließen lassen, so darf man wohl mit Recht annehmen, auch die Injection feurig-flüssiger Substanzen des Erdinnern in Adern und Sprünge des Gesteins dauere ebenso noch fort wie die Ausfüllung der Tropfsteinhöhlen.

Scheint übrigens der Beginn dieser Vorgänge, welche noch jetzt fortdauern, vor unendlich langen Zeiträumen angenommen werden zu müssen, da es dem beobachtenden Bergmann nicht entgehen kann, daß die Gänge, mit edlem oder unedlem Gestein gefüllt, um so häufiger werden, je älter das Gestein des Berges ist, so ist es doch erwiesen, daß die Bildung der verschiedenen Erzgänge zu ganz verschiedenen Zeiten stattfand, und nicht etwa so, daß ein Erz stets zu derselben Zeit gebildet wurde, sondern man findet im Gegentheil zu ganz verschiedenen Zeiten gleiche und zu gleichen Zeiten verschiedene Erzbildungen. Ebenso wenig wie bei den Gesteinen, darf man bei den Erzen eine nach ihrem Alter stets gleiche Zusammensetzung annehmen, und die Voraussetzung von sogenannten Metallzeitaltern, die Annahme, daß sich nur zu ganz bestimmten Zeiten ein bestimmtes Erz gebildet, hat sich als ganz irrig bewiesen. Man hielt die am höchsten liegenden und am leichtesten zugänglichen Erze irrthümlicherweise auch für die jüngsten und beging damit den großen Fehler, Verschiedenheiten in der Ablagerungshöhe mit solchen im Alter zu verwechseln. Dies werden wir weiter unten mit schlagenden Beweisen belegen.

Unzweifelhaft ist jedoch, daß Erzgänge nur gefunden werden, wo die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse gestört worden sind, daher in Gebirgen, wo die Erddecke durch innere Gewalten gehoben worden. In der Ebene einen Schacht zu graben, um Erze zu finden, ist noch keinem Bergmann in den Sinn gekommen, dort — in den Ebenen — sind die Lager ungestört, ununterbrochen, dort hat es keine Klüfte und Spalten gegeben, da ist auch nichts auszufüllen; mithin giebt es dort auch keine Gänge, selbst wenn man bis auf die ältesten Gesteinmassen hinabgehen wollte, die sich natürlich in hinlänglicher Tiefe finden würden, da sie über die ganze Erde verbreitet sind und ihre Schale bilden. Es wird allerdings auch Bergbau getrieben da, wo sein Name keineswegs gerechtfertigt ist, — nicht in den Bergen, sondern in der Ebene, allein nur auf Gegenstände, die sich hier abgelagert finden können, Kohle und Salz. Es ist lächerlich, wenn die

Süddeutschen über die Felsenkeller in der norddeutschen Ebene lachen; es zeigt, daß jene gar keine Kenntniß von der Physik der Erde haben. Felsgestein giebst es überall auf dem ganzen Planeten, dasselbe ist ja der Grund der Sand-, Kies-, Thon- und Humusschichten, welche darauf niedergeschlagen, darauf zusammengeschwemmt worden. Felsen giebt es 10 oder 100 Fuß tief überall unter diesen Ablagerungen oder auch unmittelbar an der Oberfläche ohne alle Bedeckung, wie in der Sahara Tausende von Quadratmeilen solcher Felsboden sind ohne etwas anderes als ein wenig Staub darüber, aber bauwürdige Erzadern giebt es in diesem Felsgestein der Ebene nicht.

Erzstöcke.

Wo das Erz nicht in Adern, d. h. in lang gestreckten Spalten, die mit Ganggestein ausgefüllt sind, erscheint, sondern in ganz unregelmäßig gestalteten Lagerstätten auftritt, nennt man seinen Fundort einen Erzstock, und zwar nach der Art der Erstreckung einen liegenden oder stehenden. Die Bezeichnung ist lediglich von ihrer Richtung gegen den Horizont hergenommen. Stehend heißen solche Stöcke, deren längste Dimension ziemlich aufrecht, liegend heißen solche, bei denen die größte Längenausdehnung eine mehr horizontale Richtung hat; allein es scheint ein sehr wesentlicher Unterschied in der Art ihrer Füllung stattgefunden zu haben. Die liegenden Stöcke, unregelmäßig geformte Höhlungen von der Größe einer Holzklafter bis zur Ausdehnung mehrerer großen Häuser, aber rings von dem Gestein des Gebirges umgeben, enthalten die Erze oder die gediegenen Metalle in Gestein eingeschlossen, welches sichtlich seinen Ursprung dem Wasser verdankt; es ist z. B. der Muschelkalk oder Kohlenkalkstein, zwischen welchem eingebettet man Eisenglanz, Galmei, Bleiglanz ꝛc. findet. Wie diese Stöcke gebildet worden, haben wir bereits oben gesehen, doch giebt man noch eine andere Entstehungsart für die stehenden Stöcke zu. Dieselben bieten in ihrer äußeren Erscheinung, große oder kleine Höhlungen mit Ganggestein und Erzen gefüllt, nichts dar, was sie von den liegenden Stöcken unterschiede, außer der Richtung ihrer Länge, wonach man sie classificirt (als stehende und liegende), aber sie befinden sich in ganz anderen Gebirgsarten, und zwar in solchen, welche einen plutonischen Ursprung verrathen; man glaubt demnach, daß sie selbst ehemals in feurigem Fluß gewesen und in diesem Zustande in die Höhlungen gleichsam eingespritzt worden seien, in denen man sie jetzt findet. Nach der Erstarrung mag die ganze Masse erhoben und die Decke durch Verwitterung zerstört und durch Regen abgewaschen worden sein, so daß man sie häufig ganz frei liegend, ganz entblößt findet; solche Beispiele sieht man im Uralgebirge

an dem mächtigen Magnetberg (Magneteisenstein) von Katschkanas, an den Eisensteinbergen auf der Insel Elba, an dem Nickelerz, welches in den Alleghanies in Nordamerika einen ganzen Berg bildet, an den Magneteisensteinmassen bei Fossum und Arendal in Norwegen, oder an dem Kupfererzstock von Falun in Schweden — dem großartigsten Beispiel solcher massenhaften Erscheinung, wogegen die übrigen (außer dem Eisenerz auf Elba) verschwindend klein genannt werden müssen. Auch in Steiermark findet sich ein mächtiger Spatheisensteinstock, ebendaselbst kommt Bleiglanz in solcher Art vor, und er wird ausgebeutet ohne Plan und Ordnung: man legt irgendwo ein Bergwerk an, wo man Erz vermuthet, man treibt Schachte und Stollen, kommt auf solche Blasenräume mit Erz gefüllt, — natürlich sind nur äußerst wenige ganz offen, so daß man sie von oben her bergetief und breit abbauen kann wie zu Schleusen, die allermeisten sind in den Bergen eingeschlossen. Man leert dieselben aus, und dann treibt man wieder einen Stollen irgendwie in derjenigen Richtung, in welcher man auf einen neuen Stock zu kommen hofft. Die elendeste, schlechteste Art des Bergbaues, allein, wie die Bergleute der dortigen Gegend behaupten, die einzig mögliche Art des Betriebes, wenn das Erz massenweise, d. h. in Stöcken vorkommt.

Erzimprägnationen.

Die Erzimprägnationen zeichnen sich dadurch aus, daß sich irgend ein Gestein an einzelnen Stellen von Erzen durchdrungen oder durchzogen zeigt. Eine solche Lagerstätte hat selbstverständlich keine scharfen Grenzen; sie kann überhaupt keinen selbständigen, für sich abgeschlossenen Raum einnehmen, da ja das herrschende Gestein noch durch ihre ganze Ausdehnung ebenfalls vorhanden und doch nur mit Erzen imprägnirt, also an einzelnen Stellen damit erfüllt ist. Auch ihrer Form nach müssen diese Imprägnationen für sehr verschiedenartig gelten; so können sie z. B. sehr verschiedene Schichten einnehmen, so daß sie vollständig den Erzlagern gleichen; dann können sie sich gangartig zu beiden Seiten von Spalten ausdehnen, oder endlich können sie auch stockförmig ganz unregelmäßig geformte Räume ausfüllen; oft findet man sie auch gar nicht selbständig, sondern nur beiläufig neben anderen Erzlagern, welche sie alsdann von außen mehr oder weniger vollständig umhüllen.

Erzlager.

Man findet die Erze noch in einer anderen Weise in den Gebirgen und nennt diese dann Erzlager. Die Gänge und Stöcke unterscheiden sich, wie wir bereits wissen, in stehende und liegende; die Erzlager sind

immer liegend, aber es sind nicht Gänge, wie wir den Ausdruck verstehen gelernt haben, das heißt, es sind nicht Spalten in einem vorhandenen Gestein entstanden und dann mit der Gangmasse gefüllt, sondern es sind Ablagerungen auf vorhandenes Gestein, welche nachher mit einer neuen Schicht desselben oder ähnlichen Gesteins bedeckt worden und auf ganz dieselbe Weise entstanden sind wie die sie umgebenden Gesteine. Diese Art der Lagerung findet man immer nur in neptunischem Gestein, in solchem, welches durch seine schieferartige Textur seine Entstehung aus dem Wasser verräth, aus dem sich auch diese Erze abgelagert haben. Es können auch in solchem Gestein wahre Erzgänge vorkommen; dann sind sie aber, obgleich auch plattenartig, doch ungleich in ihrer Dicke, verzweigt, zersetzen und durchdringen mehrere Schichten und zeigen in dem Ganggestein die Art ihres Ursprungs — durch eine gewaltsame Erschütterung, welche die Gesteinmasse trennte, durch geschmolzene Brocken, durch sublimirte Theile, durch Krystalle, — den feurigen Fluß, in dem die eingedrungenen Massen befindlich gewesen. Diese Gänge nennt man eben wegen ihrer Aehnlichkeit mit echten Lagern, von denen sie sich aber durch größere Unregelmäßigkeit im Streichen und Fallen auszeichnen, Lagergänge, und lagerförmige Imprägnationen, wenn sie sich auf eine noch viel ungleichmäßigere Weise in den Gesteinschichten vertheilt finden.

Nicht so mit den wirklichen Lagern; hier ist Alles ruhig abgegangen. Ebene Schichten von Kalk, von Sand, von Schiefergestein haben sich abgesetzt, darauf haben sich mannichfaltige Eisenerze gelagert, so der Thoneisenstein in der Braunkohlen- und Steinkohlenformation, der Brauneisenstein innerhalb des Quadersandsteins und endlich der Raseneisenstein ganz obenauf unter der Rasendecke sumpfiger Wiesen oder kaum bedeckt von der Ackerkrume in dem sogenannten Seegrunde, im weißen, feinen Sande, der sichtlich ehemaliger Meeresboden gewesen ist; andere Erze treten zwar auch öfters in lagerartiger Gestalt auf, z. B. das Queckſilber zwischen Kalksteinen und Mergelschichten, bilden aber doch eigentlich nur ausnahmsweise wirkliche Lager, so z. B. der Kupferschiefer in der Zechsteinformation.

Nur die Anwesenheit des Raseneisensteins ist vollständig erklärt, die Bildung desselben dauert noch fort. Man findet die eisenhaltigen Quellen sehr häufig, sie sind leicht erkenntlich an der Rostfarbe, welche der Sand in der Nähe derselben anzunehmen pflegt. Wo nun solches eisenhaltiges Wasser still steht, die auflösende Kohlensäure entweicht, schlägt sich das Eisen als Rost nieder, und dieser wird durch die nachfolgenden Gewässer der Quelle oder durch Regengüsse zusammengeschwemmt, mit Thon oder mit Pflanzenstoffen der sauren Wiesen vermischt, und wie sie in Verwesung übergehen, so wird die Substanz des Eisenrostes immer mehr ge-

häuft, aber auch immer mehr verunreinigt, so daß sich ganze weit gestreckte Lager von unregelmäßigen, schwarz gestalteten, erdigen Klumpen bilden, welche man auf Eisen verarbeiten kann, was man jedoch in der Regel nur thut, wo anderes Erz nicht zu haben ist. Dieses Wiesen- oder Rasen- oder Sumpferz ist phosphorhaltig und giebt immer ein sehr schlechtes, brüchiges Eisen.

Wie die anderen Eisensteine, wie Kupfer- und Quecksilbererze in solche Lager kamen, ist nur mit Hilfe der Ascensionstheorie, aber auch dann noch schwer zu erklären. Man findet nämlich in den Lagern von Kupferschiefer eine große Menge versteinerter Fische, fast alle in gekrümmter Lage, als wären sie unter Krämpfen gestorben; darauf gründet sich die Ansicht, der Kupfergehalt sei zu dem Schiefer auf folgende Art gedrungen.

Ein mit Fischen reich versehenes Meeresbecken hatte Mergelschlamm zu seinem Grunde. Die Erde spaltete sich an solcher Stelle und ließ das Kupfer metallisch in das Becken strömen, durch das Salz des Meerwassers wurde das Kupfer aufgelöst und dadurch die Fische vergiftet, daher ihr gekrümmter Körper, welcher eine solche Todesart wahrscheinlich macht. Die in Verwesung übergehenden Fische lieferten das Bitumen, mit welchem der Kupferschiefer imprägnirt, und wodurch er schwarz gefärbt ist. Durch das Bitumen wurden, wie es stets bei der Berührung von Salzen mit organischen Substanzen geschieht, die Kupfersalze reducirt und schlugen sich zumeist als Schwefelverbindungen nieder, setzten sich schieferartig ab und wurden später von anderen Meeresbildungen bedeckt.

An dieser Vorstellung ist nur das Eindringen des Kupfers in das Meeresbecken problematisch. Lassen wir aber die Frage nach der Entstehung der Salze, die sich nicht befriedigend beantworten läßt, dahingestellt sein, so dürfte die Entstehung des Kupferschiefers selbst aus denselben erklärt sein. Uebrigens beruht der Mansfelder Bergbau auf Gewinnung des Kupferschiefers.

Beim Quecksilber endlich ist das Auftreten in Lagern nur *scheinbar*; sie müssen vielmehr zu den Imprägnationen gerechnet werden, da sich überall bei ihnen Mineralbeimengungen, wenn auch in geringen Massen, finden.

Seifenlager.

Es bleiben noch die Lager von gediegenen Metallen in aufgeschwemmtem Lande zu betrachten, welche man gewöhnlich Seifenlager nennt. Das Erscheinen solcher ist sehr einfach und natürlich; sie sind nämlich durch einen Abwaschungs- und Schlämmungsprozeß dahin gekommen: das Seifenlager ist nicht ihre ursprüngliche Lagerstätte, sondern es ist die zweite.

Die gediegenen Metalle, in Gestein mancher Art, in Gänge, in Nester eingesprengt, sind daraus entführt worden, indem das sie umschließende Gestein von oben herab verwittert, zertrümmert, fortgewaschen und geschlämmt worden ist. Daher findet man die Seifenlager immer nur am Fuße der erzführenden Gebirge; das Erz in diesen ist jedoch mitunter so sparsam vertheilt, daß es eine Bearbeitung durchaus nicht lohnen würde; da ist die Zeit zu Hilfe gekommen, sie hat zerstört, zernagt, was Tausenden, was Millionen von Jahren trotzen zu können schien; dem Zahn der Zeit ist aber nichts unüberwindlich; langsam, aber sicher zerstört er die Spitze, des Stephansdomes so gut wie die Felsenspitze des Montblanc. Was jetzt als feiner Sand bei Rotterdam oder bei Danzig oder bei Astrachan vorbeifließt, war ehemals Bergkrystall in den Alpen, Karpathen oder dem Ural. —

Ist nun in solchem Fels etwas Metallisches eingeschlossen, so bleibt dieses früher liegen als das umschließende Gestein. Die Frühjahrsgewässer stoßen mit Macht auf die Kiesel, welche noch einmal so schwer sind als das Wasser, und rollen sie über einander fort und führen sie, immer kleiner und kleiner geworden, Hunderte von Meilen weit. Das Gold, das Platina, an sich schon in viel kleineren Bröckeln, aber überdies auch nicht zweimal, sondern zwanzigmal schwerer als Wasser, wird wohl, von Fels zu Fels stürzend, bis an den Fuß des Gebirges, bis an die Ausläufer desselben, aber nur selten weiter mit fortgenommen. Auch dieses geschieht allerdings, aber doch viel sparsamer; ob es geschehen, läßt sich an der Bedeckung und Umgebung sehr leicht erkennen: besteht diese nämlich aus erdigem, grobem Schutt, aus nur zertrümmertem, zerkleinertem, aber nicht abgerundetem Gestein, so befindet sich das metallische Lager ganz nahe an seinem Ursprungsorte; ist dagegen dieser Schutt abgerundet, ist er vielfältig gerollt und gerieben, und liegt das Metall unter demselben mehr in Sand als in Gesteinbrocken eingebettet, so ist es durch die Gewalt des Wasserstoßes doch weiter fortgeführt, als es gewöhnlich zu geschehen pflegt; dann ist aber auch die Gewinnung desselben mit viel größerer Mühe verknüpft, denn das Metall liegt nicht in Nestern, sondern in einzelnen Körnern weit verbreitet.

Dieses ist das Vorkommen des Goldes in Californien und Neuholland, jenes das des Goldes und des Platinas am Ural. Hier findet man diese edlen Metalle in ungeheuren Massen, hier kommt das Gold sowie das Platina gediegen mitunter in Stücken von einem und von mehreren Pud (à 40 Pfund) vor, allein natürlich nur höchst selten. Die gewöhnliche Form für Platina ist die der Feilspäne; Zink mit einer recht groben Feile behandelt und etwas blind geworden, hat die täuschendste Aehnlichkeit mit dem Platina, wie es in den Seifenwerken auf der europäischen

Seite des Ural gefunden wird. Das Gold kommt auf beiden Abhängen dieses Gebirges in den meisten Flußniederungen vor und zeigt sich in mehr gerundeten Körnern, wie Linsen, wie Erbsen — allerdings auch nur so klein wie der feinste Mohnsamen.

Im Ural befinden sich gegen funfzig in Arbeit genommene Seifenwerke auf Gold und sechzehn auf Platina, welche letztere jedoch sehr vernachlässigt worden, seit man aufgehört hat, Münzen daraus zu prägen. Die hier gemachten Zahlenangaben lassen übrigens durchaus keinen Schluß zu auf den Reichthum des Ural an Gold, sondern nur auf die Armuth Rußlands an Menschen. Wie ungeheuer groß aber doch die Menge des in Rußland geförderten Goldes ist, ergiebt sich daraus, daß bis Ende Dezember 1865 nach statistischen Angaben 556 043 Pfd. in den uralischen und orenburgischen Ländern gewonnen wurden, was eine Geldsumme von mehr als 300 Millionen Thaler repräsentirt. Es ist kein Fluß und kein Bach, der in seinem Sande nicht Gold oder Platina führte, und der erdige Niederschlag aller Gewässer, die Ausfüllung aller Thäler durch das von den Gebirgen abgespülte Terrain ist goldhaltig, statt 50 Goldseifen könnte man auch 5000 sagen; denn wo man einen Spatenstich abgeschwemmter Erde mit Wasser auswäscht, findet man ein paar Körnchen Gold.

In ganz gleicher Art ist Californien bedacht, nur sind die Stücke Metall durchschnittlich kleiner, und dieses Land sowie das australische wäre als eine wichtige Fundgrube zu betrachten, als eine solche, durch deren Ausbeutung unsere Verhältnisse wesentlich umgestaltet werden könnten, indem das Gold durch die gar zu häufige Erscheinung auf dem europäischen Markte entwerthet werden könnte.

Zum Glück tritt schmutziger Geiz, gemeine Uebervortheilung, Betrügerei und Räuberei dem Goldsucher in den Weg, so daß er im besten Falle nichts weiter hat als ein gutes Tagelohn. Was hilft es ihm, wenn er durchschnittlich das Gewicht von zwölf Dukaten, d. h. drei Loth, täglich findet, da ihm die Milch, die Semmel zu seinem Frühstück schon einen dieser Dukaten kostet, da er sein zweites Frühstück auch nicht billiger haben kann, da ihm sein Mittagsessen deren drei kostet, und so fort. Jeder Spaten, jede Hacke, die Bretter, welche er zu seiner Hütte verwenden will, die Decke, in welche er sich einwickelt, muß er mit ihrem hundertfachen Werthe aufwiegen, und von allen seinen Lothen und Pfunden schönsten Goldes bringt er vielleicht den zehnten Theil bis an den Hafenort, falls er dahin gelangt, falls er nicht unterwegs von liebenswürdigen Spaniern oder von engländischen Deportirten ermordet wird; — so kommt es denn, daß der Goldwerth noch nicht bemerkenswerth gesunken ist.

Was die Natur im Großen betrieben hat, das setzt, um das Gold zu

gewinnen, der Mensch im Kleinen fort, allein er betreibt es sorgfältiger. Der goldführende Sand oder Kies wird auf einer wenig geneigten Fläche mit Wasser übergossen, wodurch zuerst der Sand fortgeschwemmt wird; dann rafft man die liegen gebliebenen Steine zusammen und beseitigt sie gleichfalls, und nun spült man das Uebrigbleibende nochmals mit Wasser ab, wodurch dann fortgewaschen wird, was dem Stoß desselben weichen kann, und das Allerschwerste, das Metall, liegen bleibt.

Als Unterlage wandte man in alten Zeiten Felle von Schafen an; daher rührt noch die Fabel von dem goldenen Vließ, welche sich darauf zurückführen läßt, daß die Skythen in den Flüssen des Kaukasus und des Ural Goldwäschen angelegt hatten, und daß sich so das Fell, auf welchem sich der Goldstaub sammeln sollte, in ein goldenes Fell verwandelte. Jetzt wendet man statt dessen Bretter an, welche nicht gehobelt sind, sondern noch die Rauheit der Schnittfläche haben. Das Gold verbirgt sich darin nicht, es wird auf den ersten Blick wahrgenommen; oder man geht noch vernunftgemäßer zu Werke: man setzt dem schweren Golde in dem Waschapparat, in der Rinne, in welche der Sand geschöpft wird, in quer vorliegenden Leisten unübersteigliche Schranken in den Weg.

Wasser übersteigt diese vermöge der Gesetze des hydrostatischen Gleichgewichts, denen es, weil es flüssig ist, folgen muß, der Sand wird durch den Stoß des Wassers überwunden und gleichfalls über die Schranken hinweggeschwemmt wie das Wasser, welches den Stoß ausübt, aber das Gold bleibt hinter den Schranken liegen, wie fein oder wie groß seine Körner sein mögen.

In der gedachten Weise erscheint aber nicht allein Gold und Platina, sondern auch Zinn und Magneteisen, ferner aber ein anderes sehr werthvolles Gestein, der Diamant. Das Zinn wurde Jahrtausende lang beinahe nur in dieser Weise gefunden, so in Cornwall, bei Goslar, auf Malacca, bis man lernte, dasselbe auch in seinen versteckteren Vererzungen zu entdecken und daraus zu sondern. Während Gold und Platina in dem einschließenden Sande als vereinzelte Körner vorkommen, erscheint das Zinn in Mulden zusammengeschwemmt in großen Massen, wird geschmolzen, in Tafeln gegossen und dann gesaigert, d. h. man erhitzt die aufrecht gestellten Tafeln langsam nur bis zum Schmelzpunkt des reinen Zinnes, da dann dieses tropfenweise die Tafel verläßt und in untergestellten Gefäßen aufgefangen wird; die zurückbleibende Tafel sieht tausendfältig durchlöchert aus, giebt jedoch nunmehr, für sich zusammengeschmolzen, auch noch ein sehr brauchbares, wenn schon nicht reines Zinn.

So, verkleinert wie das Zinn, erscheint, nur in schönen, zollstarken Octaedern, der Magneteisenstein; er ist das trefflichste unter den Eisenerzen.

Diamantenlager.

Nicht so häufig als diese Mineralien, ja bei weitem nicht so häufig als Gold und Platina, aber ganz in derselben Art findet sich der Diamant im aufgeschwemmten Lande. Er ist so in Bedschapur und Gulkaund*) in Vorder-Indien, wie in der brasilianischen Provinz Minas-Geraes gefunden worden, wie man ihn auf Humboldt's Veranlassung darnach forschend in dem Goldsande am Ural fand, und in neuerer Zeit im Caplande in Afrika.

Dieser große Naturforscher hatte bereits im Jahre 1823 in seinem trefflichen Werke „Essai géognostique sur le gisement des roches", darauf hingewiesen, daß einige Metalle und sonstige Mineralien in beiden Hemisphären sowohl gemeinschaftlich als auch unter sonst gleichen Verhältnissen vorkommen, so Gold, Platina, Palladium, Diamanten ꝛc. Als nun Humboldt nach dem Ural reiste, richtete er seine Aufmerksamkeit besonders hierauf. Es war allerdings schon im Jahre 1826 ein Aehnliches wiederholt geschehen, indem der vormalige Direktor der Goroblagodat'schen Hüttenwerke, Engelhardt (später Professor in Dorpat), durch Humboldt's Werk aufmerksam gemacht, in den Goldwäschen häufig nach Diamanten gesucht hatte; allein die Mühe war vergeblich gewesen, vielleicht weil Engelhardt noch gar nicht rohe Diamanten gesehen hatte.

Nun kam Humboldt mit seinen wissenschaftlichen Reisegefährten, und er nahm die Lupe zur Hand, ließ überall, wo Goldseifen besucht wurden, eine Quantität des Sandes nur so weit waschen, daß der Staub und das allerfeinste des zertrümmenten Gesteines fortgespült wurde, dann unterwarf er dasselbe der sorgsamsten Prüfung, und er fand — keine Diamanten.

Dies änderte jedoch seine Ansicht um so weniger, als andere Mineralien entdeckt wurden, die sich gleichfalls in dem Goldsande Brasiliens neben den Diamanten fanden; hierher gehörten sehr schöne weiße Zirkone mit wahrem Diamantenglanz, ebenso zeigte sich ein anderes seltenes, gewöhnlich mit dem Golde und dem Diamanten gleichzeitig vorkommendes Mineral, das stahlgraue in Octaedern krystallisirende Titanerz Anatas.

Vier Tage später wurden auf den Seifenwerken des Grafen Polier Diamanten gefunden, es war ein leibeigener Knabe von 14 Jahren, welcher den ersten entdeckte; er zeigte ihn dem Aufseher der Goldwäsche als einen besonders schönen und durchsichtigen Stein; — der gute Mann hatte aber auch noch keinen rohen Diamanten gesehen, dachte an nichts weniger

*) Die Namen klingen viel romantischer, wenn man sie ausspricht wie die schöne Französin Aline, Königin von Bisapour und Golconda.

als an einen Fund von Werth, und es fehlte nicht viel, so hätte er denselben fortgeworfen; um indessen den Knaben nicht zu entmuthigen, that er doch, als sei der Stein ganz hübsch und wohl ein paar Kopeken werth, und legte ihn in ein Gefäß mit andern, in ähnlicher Art gefundenen Steinchen. Hier entdeckte ihn das geübte Auge eines Herrn Schmidt, des Ober-Inspektors der Anlagen, noch zwei Tage später, also am sechsten Tage nach Humboldt's Abreise, und man kann sich denken, welche Freude diese Erfüllung der Prophezeiung Humboldt's verursachte.

Der Knabe, Paul Popoff mit Namen, erhielt für seinen Fund eine Geldsumme, welche den Werth des Diamanten weit überstieg, und seine Freiheit; denn es wurde nicht der Diamant, sondern die Gewißheit bezahlt, daß es deren in diesem Distrikt gebe, auch wurde bald ein zweiter und ein noch viel größerer dritter gefunden; den ersten erhielt Humboldt zum Geschenk, und er konnte so sein Versprechen, nicht ohne russische und zwar europäische Diamanten von seiner Reise zurückzukehren, lösen. Der Diamant befindet sich in der königlichen Mineraliensammlung in Berlin.

Die Lagerstätte dieser europäischen Diamanten war das sehr reiche Goldseifenwerk von Adolfskoi bei dem kleinen Flusse Poludenaja, der sich in die Koiwa und durch diese in die Tschussowaja ergießt, in dem europäischen Uraldistrikt von Bissersk, einige zwanzig Meilen östlich von Perm. Hier ruht das Gold mit seinen kostbaren Gefährten, Platina, Diamant, Chromeisenerz, Magnetsand, Zirkon ꝛc., in zerkleinertem Dolomit, welcher beinahe ganz schwarz ist und dem Kohlenpulver auf das Täuschendste ähnlich sieht, so daß der Besitzer dieser Goldwäschen, der Graf Polier, äußerte, man könne sich kaum des Gedankens entschlagen, daß die Diamanten in diesem Gesteine gebildet seien, worin sich übrigens bei der chemischen Analyse auch wirklich Kohle in beträchtlicher Menge befand.

Es wurden hier nach und nach 42 Diamanten gefunden, von denen einige die sehr bedeutende Größe von $2^1/_2$ Karat hatten. Später zeigten sich keine mehr, dies hatte jedoch einen mehr als bloß natürlichen — es hatte einen einfältigen Grund — man suchte nicht mehr, und da lag es denn auf der Hand, daß man keine finden konnte. Das Goldlager war erschöpft, und nach den Diamanten allein den bereits ausgewaschenen Sand noch einmal auszuwaschen, fiel den guten Leuten nicht ein, obschon die Bergbeamten wissen mußten, daß man in Brasilien und in Indien die Diamanten allein aufsucht, ohne auf das Gold Rücksicht zu nehmen. Ja, daß man keine mehr fand, brachte eine wunderliche Idee zur Geltung — man behauptete immer, der Aufseher hätte diese Diamanten eingeschmuggelt, sie aus seiner Tasche geholt und so finden lassen. Der Spaß konnte dem Steiger doch immerhin ein Tausend Rubel Silber kosten; — weshalb er

sich diesen Spaß hätte machen sollen, da die gefundenen Diamanten nicht bezahlt wurden, nachdem man den ersten Entdecker belohnt, ist schwer einzusehen. Ueberdies aber sind — wenn sie einer Widerlegung bedürfen — diese närrischen Ansichten schon dadurch widerlegt, daß man noch an mehreren anderen Orten am Ural Diamanten gefunden hat, zu Katharinenburg, Kuschwinsk — hier fand man 1838 den größten Diamanten des Urals, er wog $7\frac{1}{2}$ Karat — und Werchnei-Uralsk, also im Ganzen auf dem Westabhange des Ural an *vier* verschiedenen Orten, und da hierunter schon welche von 8 Karat sind, sehr viele aber von einem, und man es kaum der Mühe lohnend erachtet, kleinere als von einem halben Karat aufzuheben, so sieht man, daß die Erscheinung dieses kostbaren Minerals durchaus nicht vereinzelt ist, daß die Sache einträglich zu werden verspricht, sobald nur erst die Indolenz der Bewohner jener Gegend überwunden sein wird, und daß man, wie auch G. Rose, der Mineralog, ausdrücklich behauptet, ohne allen Zweifel auf die eigentliche Lagerstätte der Diamanten kommen wird, wenn man nur vernünftigen Fingerzeigen zu folgen geneigt ist und die vielleicht lange unbelohnt bleibende Mühe nicht scheut.

Das Alter der Metalle.

Wir haben bereits oben gesagt, daß unzweifelhaft die Bildung der Erdspalten, mit ihnen die der Gänge weit in die ältesten Zeiten der Erstarrung der Erdoberfläche hinaufreicht, und daß die Bildung dieser Spalten sowohl als ihre Anfüllung noch jetzt fortdauert, daß wir also eigentlich von einem Alter derselben gar nicht reden können, sobald es sich um Bestimmungen nach Jahrtausenden handelt, daß mithin Alles sich darauf zurückführt, daß die Formationen, welche von den Gängen durchsetzt wurden, ein verschiedenes Alter haben, und wir also sagen müssen, dieser Gang ist in älterem Gestein, also ist er wahrscheinlich auch älter. *Wahrscheinlich* nicht gewiß, denn es kann in dem allerältesten Gestein sich heute ein Spalt öffnen und durch Injektion oder von oben herab durch Infiltration mit Ganggestein gefüllt werden, er kann auch Jahrhunderte lang offen bleiben, — der Spalt kann auch in der ältesten Zeit entstanden und gefüllt, in einer späteren Periode noch einmal geöffnet und mit anderem Gestein gefüllt worden sein, — es kann sich dies mehrmals wiederholt haben, so daß also von einem Abschätzen des Alters nur so *eines* Ganges gar keine Rede sein kann; — aber dennoch haben einige Geologen es versucht und haben wenigstens die Ansicht ausgesprochen, daß die Metalle unter sich eines verschiedenen und möglicherweise wenigstens relativ, d. h. hier im Vergleich mit *einander*, zu bestimmenden Alters seien.

So glauben Einige, das Zinn sei ein älteres Metall als Kupfer,

dieses älter als Blei oder Silber, dieses älter als Gold. Dies ist aber nur ein *scheinbarer* Unterschied in Bezug auf das Alter; denn es läßt sich nachweisen, daß diese Ansicht auf das Vorkommen der Metalle in einer gewissen Gegend gestützt und daß in anderen Gegenden die Reihenfolge keineswegs die oben gedachte ist, ja man hat in Gängen, welche sehr alten Formationen angehören und vor so langer Zeit entstanden sein müssen, daß die vielfältig darüber gelagerten neueren Steinmassen gar keine Störung erlitten haben (eben weil sie lange, nachdem jene Spalten entstanden und zu Gängen aufgefüllt worden, darüber gebreitet sind) — man hat in solchen uralten Erzlagerstätten all die gedachten Metalle *bei einander gefunden*.

Andere Fälle zeigen wieder eine auffallend neuere Bildung der Gangspalten, indem dieselben die Lager von mehreren, durchaus verschiedenen Formationen durchdringen, und zwar von solchen, die mit einem sehr alten Granit beginnen und bis in die Gesteine der Formation eintreten; sie sind also offenbar noch jüngeren Ursprungs als die letzte Formation, und sie enthalten Zinn- und Kupfererze, also ein Spalt in *jüngster* Formation ist gefüllt mit denjenigen Metallen, welche man für die ältesten hält — ein offenbarer Widerspruch. Aber ein noch Auffallenderes ist die Auffindung von Silber in den reichen Gängen von Joachimsthal in Böhmen.

Die Gänge befinden sich in mächtigen Basaltmassen, die von ihnen vielfältig durchdrungen sind; der Basalt aber liegt auf Holzkohle, welche vielleicht eben durch die Ueberfluthung dichter Wälder durch die geschmolzene Basaltmasse entstanden ist — vielleicht auch nicht —; dies wird schwer zu ermitteln sein. Der Meiler erzählt nicht, wer ihn angezündet hat, aber dieses sieht man an den halb verkohlten oder in Thon eingehüllten und dadurch wenigstens in ihrer Form vollkommen erhaltenen Zweigen und Blättern, daß die Bäume, deren diese Kohle mitunter noch ganz unversehrte einschließt, zu den Dikotyledonen gehören, zu denjenigen sehr vollkommenen Pflanzen, welche mit zwei Samen- und Keimblättchen (Kotyledonen) zugleich sich aus dem Kerne entwickeln. Diese sind alle der jüngsten Zeit angehörig, die älteren Perioden hatten nur Monokotyledonen, wie die Palmen, die Gräser, die Rohre, welche sich nur mit einem Keimblatt entwickeln.

Wenn nun über einem untergegangenen Walde der *jüngsten* Formation ein noch jüngerer Erguß von Basalt ausgebreitet ist und in diesem Basalt noch neuere Sprünge und Ausfüllungen entstanden, hierin über Blei und Silber gelagert sind, so kann Niemand diese Metalle als der ältesten Formation angehörig ansehen.

Das Gold betreffend, welches in den Trümmern und Geschieben Cali-

forniens oder Neuhollands oder des Urals gefunden wird, so ist dasselbe nicht deshalb neuesten Ursprungs, weil es in dieser neuesten Formation, in dem Schutt und Gerölle der Alluviums liegt; denn nur der Stand- oder Lagerort ist neu, die Geschiebetheile sind alt, und in den Geschieben hat das Gold sich nicht gebildet, sondern es ist ein Theil derselben und ist mit den Geschieben herabgekommen von den Felsengebirgen oder den blauen Bergen oder dem Ural. Neu könnte man dies Gold nur nennen, wenn der Quarz, neu könnte man das Platina von Neuspanien und von Rußland nur nennen, wenn der Grünstein, worin es, im Gebirge anstehend, in Könern eingewachsen gefunden wird, neu wäre. Ebenso verhält sich's mit dem Diamant, der auch in den Geschieben, in den Anschwemmungen gefunden wird, welche man als die jüngste Formation zu betrachten pflegt. Der Diamant steht in Brasilien in einem quarzreichen Glimmerschiefer an, in dem Itacolumit, und ist aus demselben in schönen Octaedern gebrochen worden. Diese Nachricht brachte zuerst ein Franzose nach Berlin und bot einen ganz kleinen Diamanten für mehr als 2000 Thaler zum Kauf an. Er forderte deshalb einen so ungeheuren Preis, weil es der erste Diamant sein sollte, den man nicht im angeschwemmten Lande, sondern im Muttergestein gefunden hätte. Unserm großen Mineralogen Rose stiegen aber Bedenken auf, ob der Stein nicht künstlich eingekittet worden sei, und deshalb unterblieb der Ankauf. Das Alter des Diamants entspricht also diesem Gestein, nicht dem jugendlichen des Alluviums, welches durch Erdbeben zertrümmert und durch Wassersturz fortgeführt worden ist.

Wie neu übrigens die Ablagerung dieser edlen Metalle in dem Geschiebe ist, geht daraus hervor, daß darin die Reste einer großen Menge von Landthieren der letzten Periode vor der Bewohnbarkeit durch Menschen ruhen. Man findet in Rußland sehr zahlreich das Mammuth, in Australien sind die wunderbaren Thiere jenes Welttheils vertreten, die Beutelthiere, von denen einige mit dem noch jetzt lebenden Wombat verwandt scheinen, aber so groß waren wie ein Rhinoceros. In dem Geschiebe der Felsengebirge hat man die Knochen vieler Mastodonten gefunden. Dieses Alles beweist immer sicherer, daß die Geschiebe neueren Ursprungs sind, daß sie entstanden sind zu einer Zeit, da die Erde bereits mit den großen Landsäugethieren bevölkert war; keineswegs aber kann man hiervon den Ursprung des Goldes als eines besonders neuen oder jungen Metalls ableiten. Im Gegentheil hat man dasselbe fast in allen Gesteinen entdeckt: im Quarz, Schiefer, Kalkstein, Sandstein, im Granit und im Serpentin, von verschiedenstem Alter, und zwar in Gänge und in die Gesteine selbst eingesprengt. In Australien fand man dasselbe in einem der silurischen Formation angehörigen Schiefer.

In Chile findet man das Gold in Gängen, welche sowohl die Oolith- als die Kreideformation durchschneiden; wie dasselbe in Nordamerika californischerseits auftritt, hat man noch nicht untersucht, weil des lose liegenden Goldes im Geschiebe noch zu viel vorhanden ist; wenn dieses sich seltener machen oder das Land, wenn auch nur so weit civilisirt sein wird wie der Ostrand desselben Welttheils, wird man auch zu den erzführenden Gängen der Felsengebirge gelangen. In Virginien und Georgien (Süd-Alleghany) ist es in der unteren Grauwacke gelagert und findet sich am Fuße der Gebirge in Geschieben dieser Formation.

Die sehr verschiedenen Tiefen, in welche der Bergmann hinabsteigen muß, um die Erze in ihren Gängen aufzusuchen, finden ihre vollkommene Erklärung darin, daß diese Gänge durchaus selbständige Schöpfungen sind, unabhängig von dem Gestein, von der Formation, in welcher sie sich befinden. Das Gestein war da, es wurde zerklüftet, die Klüfte wurden gefüllt, dieses sind die unwiderleglichsten Thatsachen. In welcher Tiefe der Spalt begann, und wie weit er in senkrechter Entfernung von der Oberfläche endete, dieses bestimmt die Entfernung, welche der Bergmann zu durchgraben hat, um zu dem Erz, zu der Substanz, welche aus dem geschmolzenen Erdinnern emporgedrungen, zu gelangen. Wäre Alles in dem Zustande geblieben, in welchem das Gestein sich zur Zeit der Spaltenbildung befand, so würden wir vielleicht gar keine Erze (außer dem Eisen und dem Kupfer, welche beide an Säuren gebunden an die Oberfläche der Erde kommen) kennen; allein unzählbare Verschiebungen der über einander gelagerten Gesteine haben stattgefunden, die Schichten sind zerbrochen und aufgerichtet, und so sind die untersten derselben bis an die Oberfläche getragen worden, und nun sind ihre Einschlüsse erreichbar.

Und es läßt sich auf das Unzweifelhafteste beweisen, daß die Erdoberfläche wiederholt sehr bedeutend umgeformt worden ist, daß mächtige Bergreihen sich erhoben, daß ihnen zur Seite tiefe Einsenkungen entstanden, wie das Tiefland, welches längs der Andes sich von den Pampas durch die Llanos und den mexicanischen Meerbusen bis nach den canadischen Seen und dem Eismeere erstreckt, oder daß Klüfte und Spalten, an Ausdehnung dem Gebirge gleich, sich neben demselben niedersenkten, wie auf der Meerseite der Andes, wo der Ocean fast unergründlich ist. Ebenso läßt sich beweisen, daß lang gestreckte Bergreihen sich aus der Ebene erhoben, von beiden Seiten ganz gleichmäßig, so daß keiner der Abhänge steiler ist als der andere, wie z. B. der Ural, oder daß mächtige, weit gestreckte Hochländer, wie Centralasien, aufstiegen, daß Theile von diesen sich noch höher erhoben, wie die Mongolei in diesem Centralasien, und daß solche Hochländer gekrönt wurden durch die riesigen Berge der Erde, wie jene, welche Indien im Norden begrenzen.

Ebenso oft haben Land und Meer ihre Stelle vertauscht; wir bewohnen ehemaligen Meeresboden, und die Stelle bewohnten Landes nimmt das Mittelmeer ein; wahrscheinlich ist es mit dem mexicanischen Meerbusen genau ebenso, und die Sagen von einer allgemeinen, von einer Sintfluth beziehen sich auf dergleichen Lokalerscheinungen.

Wer kann sagen, wie oft dieses alles geschehen, und wie weit solche Veränderungen sich erstreckt haben! Das aber ist durch fleißige und gründliche Forschungen ermittelt, daß die Thier- und Pflanzenwelt niemals gänzlich vernichtet worden, daß aus jeder früheren Epoche zahlreiche Bewohner des Landes und des Meeres in die folgende hinüberreichten, zu denen sich dann immer neue Species gesellten, der jedesmaligen neuen Gestaltung der Erdoberfläche auf das Trefflichste sich anpassend, denn sie vermehrten sich in ungemessenen Zeiträumen fort und fort, bis eine neue Umgestaltung eintrat, — was nicht hätte stattfinden können, wenn sie sich in ihrem Zustande nicht behaglich gefühlt hätten.

Diese untergegangenen Thier- und Pflanzenwelten in fast ungezählter Aufeinanderfolge, deren letztes Glied wir, die jetzt lebenden Geschöpfe, bilden, sind etwas so Erhabenes und Wunderbares, daß es gar keiner weiteren Bemühungen um absonderlich Wunderbares bedarf, und daß es sogar das Thörichtste ist, dieses im Ungeheuerlichen zu suchen. Daß kleine Korallenthierchen ganze Gebirge geschaffen, ist gewiß viel wunderbarer, als daß es ein Mammuth gegeben, neben welchem der Elephant im Petersburger Museum zu einem Zwerge wird, und wir können deshalb auch nur wiederholt darauf hinweisen, was wir bereits an einer andern Stelle dieses Werkes über die Größe der vorweltlichen Geschöpfe gesagt.*)

Allerdings sind die Höhlenbären und -Löwen, die Krokodile und Fledermäuse, die Elephanten und die Faulthiere größer gewesen als die jetzt lebenden ähnlichen Thiere, aber damit ist gar nicht gesagt, daß die Thiere überhaupt größer gewesen seien; es waren nur einzelne Species, welche ein größeres Maß erreichten. Unsere Pferde und Rinder sind bei weitem größer als ähnliche Thiere früherer Epochen, unsere Kameele, Giraffen gab es in der Vorzeit gar nicht, unsere Elennthiere sind größer als die vorweltlichen Hirsche. Vor allen haben sich jedoch die Seethiere auf höhere Stufen erhoben; sind unsere Nautillen auch nicht so gewaltige Kolosse wie die Ammoniten, welche Wagenrädern gleich wurden, so sind unsere Riesen-

*) Professor Roßmäßler's Zeitschrift: Aus der Heimath, Jahrgang 1859, Nr. 4, warnt ebenfalls, wie es der Verfasser dieses Werkes seit Jahren gethan, vor jener Sucht, zu übertreiben, und jener Begier, Uebertreibungen aufzusuchen, welche man leider nur zu oft selbst bei gebildeten Leuten findet.

austern doch viel größer, ihre Schalen werden als Waschgefäße oder als Tränken für das Vieh gebraucht. Alles Gethier der Vorwelt wird aber durch den Walfisch und die damit verwandten Meeressäugethiere so sehr übertroffen, daß die Urwelt auch nicht ein annähernd so großes Geschöpf aufzuweisen hat. Welches Thier der Vorwelt war so groß, daß man innerhalb seiner Rippen, seines Thorax, eine Lesekabinet mit einem Tisch für umfangreiche Journale und zwölf Stühle dazu aufstellen, das Kabinet aber wirklich benutzen konnte?

Nicht im mindesten anders ist es mit dem ausgestorbenen Pflanzenreich. Auch dieses zeigt uns riesige Formen der Farren, der Schachtelhalme, der Lycopodien, aber nicht größere Vegetabilien überhaupt. Unsere Schachtelhalme, unsere Moose werden allerdings nicht mehr 20 und 30 Fuß hoch; aber unsere Pflanzenwelt ist bei weitem prachtvoller und großartiger und nach Fuß oder Elle gemessen auch überhaupt größer als die urweltliche. Wo könnte sich ein Baum der untergegangenen Flora nur mit den Eichen unserer fruchtbaren Ebenen, mit den Tannen und Fichten unserer Gebirge vergleichen? Wo gab es damals Bäume wie unsere Araucarien, obschon das Geschlecht derselben vorhanden war? Wo gab es Bäume wie die californischen Riesen, die sogenannten Mammuthbäume (Washingtonia gigantea), welche lebend im Walde stehen, 75 Fuß am Stammende im Umfange und 310 und mehr Fuß Höhe haben? Wo fände man in den Archiven der Vorwelt Pflanzen wie die australischen Gummibäume (Eucalyptus globulus), von denen 330 Fuß lange und 86 Fuß im Umfange haltende noch nicht einmal für sehr groß gelten, weil es noch größere giebt?

Der Verfasser glaubt hiermit seiner Pflicht genügt zu haben, will aber am Schlusse noch einmal im Allgemeinen, wie es bei den einzelnen Abtheilungen schon geschah, darauf aufmerksam machen, daß die Wunder der Urwelt nicht in besonders großen Thieren gefräßiger oder in besonders großen Pflanzen abnormer Art zu finden seien, sondern daß die Gestaltung der Erde aus einem ätherartigen zu einem luftartigen, aus diesem durch fortschreitende Verdichtung zu einem flüssigen, zu einem glühend-flüssigen Körper, daß die allmähliche Erstarrung desselben und das Wieder-Einschmelzen des Erstarrten, daß die Krustenbildung und die darauf folgende Umwandlung dieser Rinde durch das Wasser in die vielen Lagergesteine und das Durchbrechen derselben durch das geschmolzene Innere, daß ein Bewohnbarwerden und ein fortschreitendes immer Bewohnbarerwerden für immer besser ausgestattete Pflanzen und Thiere das eigentlich Wunderbare ist, und daß es dessen so Vieles und so Großes und Erhabenes giebt, daß es ganz leicht ist, auf alle Riesenthiere der Vorwelt als Vehikel der Unterhaltung zu verzichten.

Sach-Register.

Abkühlung der Erde 44 ff., 52 ff.
Aetna 430, 462 ff., 468.
Affe 296.
Atazien 140.
Algen 56 f., 94 f., 122, 137.
Alluvium 331 f., 336.
Ameisenfresser 289.
Ammoniten 167, 190, 342 f., 547.
Amoeba 82.
Amphioxus lanceolatus 177.
Anarchites ovatus 340.
Anatas 577.
Ancyloceras Matheronianus 164.
Anoplotherium 273.
Anorganische Körper 70 ff.
Anthophyllum atlanticum 342.
Anthracit 113.
Antisana 495 f.
Apiocrinites rotundus 83.
Apiocrinus Royssiarus 159.
Araucarien 137, 584.
Arbor Saturni 214 f.
Archaeopterix lithographicus 208 f., 343.
Archegosaurus 180.
Arges armotus 177.
Argonauta argo 167.
Armfüßer 162.
Artesische Brunnen 1.
Ascensions-Theorie 567.
Asche, vulkanische, 511 f., 515 f.
Asphalt 142 f.
Aseln 248.
Astacus sussexiensis 192.
Asterias 155.
Astraea ananas 342.
Atolls 226 f.
Attraction 19 f.
Aulostoma bolcense 257.
Are der Pflanzen und Thiere 90 f.
Azoren 471.

Bacillarien 237.
Bänke 427.
Bahr tohk el erd 368.
Barocentrischer Kern 49.
Basalt 442, 527.
Bebrütung, künstliche 97.
Belemniten 165 f., 174, 215.
Bellerophon cornu arietis 352 f.
Belopsis 245.
Beloptera 245.
Bergmehl 211, 239.
Bernstein 144, 218, 252 f.
Beutelthiere 270.
Biegungen der Erdrinde 424.
Bienen 253.
Bimsstein 491, 517.
Biogenetisches Grundgesetz 180.
Bitumen 110 f., 141 ff.
Blätterkohle 143.
Blatttiemer 162.
Bogota 412 f.
Bolabola 229.
Borkenthier 269.
Bos primigenius 454.
Boverbankia densa 220 f.
Brachiopoden s. Armfüßer.
Braunkohle 112, 114 f. 141 ff.
Buprestis 251.

Calamiten 14, 100, 122.
Callao 550.
Calluna vulgaris 107.
Calmus 128.
Cambrisches System 332, 354.
Camelopardalis primigenius 275.
Campo de Gigantes 417.
Canarien 471.
Canis giganteus 303.
„ parisiensis 302.
Capac-Urcu 493.
Cardiocarpen 102.
Cardiola interrupta 353.
Caryophyllia 342.
Centralgebirge 360, 430.
Ceratites nodosus 168, 345.
Ceratoneis 238.
Cerithien 246.
Cerithium giganteum 338.
„ hexagonum 338.
Cervus megaceros 3, 295.
Chamaerops humilis 146.
Chara 140.
Chelonia Benstedi 208.
Chimborazo 492.
Chirotherium 13, 197 ff.
Chiton 164.
Cidaris Blumenbachii 342.
Cidarites claviger 339 f.
Coats 113.
Cocconeis striata 238.
Coccosteus cuspidatus 11, 256.
Coniferen 136.
Coral rag 228.
Corazon 492.
Coscinodiscus 17, 238.
Cotopari 494 f.
Creeps 426.
Crinoidea 158, 244.
Cyathophyllum 353.
Cycadeen 134 ff.
Cycas revoluta 135.
Cyclostomen s. Rundmäuler.
Cypraea caurica 247.
„ elegans 339.
„ moneta 247.
„ tigris 247.
Cypraecassis rufa 247.
Cypräiden 247.
Cyrene cuneiformis 338.

Dammriffe 226.
Dasypus gigas 288.
Dasyurus 270.
Descensions-Theorie 566 f.
Devonisches System 332, 351.
Diadema seriale 156.
Diamantenlager 577 ff.
Diatomeen 237 ff.
Dyctiocha gracilis 238.
Didelphysarten 270.
Diluvium 331 f., 336.

Dinornis 262 f.
Dinosaurier 206.
Dinotherium 271 f., 336.
Dintenfisch 152, 154 f.
Dionaea 86.
Dipnoi s. Doppelathmer.
Dodo 262, 283.
Doppelathmer 180.
Dronte s. Dodo.
Drosera 86.
Dyas s. Permische Formation.

Echinida 156.
Echinodermata 156 ff., 343.
Eocentaten 3, 286 f.
Eichhörnchen 286.
Eidechsen 8 ff., 96, 181 f., 193 ff.
Elephas primigenius 2, 238 ff.
Encriniten 157 ff.
Encrinus liliiformis 158, 345.
Endosmose 74, 93 f.
Entoconcha mirabilis 86.
Entstehung der Erde 38 ff.
„ der Sonne 36 ff.
Entwickelung 99.
Eocenschicht 332 f.
Eozoon canadense 355.
Equiseten 15.
Equus adamiticus 290 f.
Erdbeben 335 ff.
Erdpech 142.
Erebus, Vulkan 498.
Erhebungsfelder 451.
Erhebungskrater 457 ff.
Erica Tetzalix 107.
Erosionsthäler 425.
Erratische Blöcke 316 ff., 336.
Erstarrung der Erde 44 f., 324 ff., 413.
Eruption 507 ff.
Eruptionskrater 458 ff.
Eruptivgestein 328, 359, 441 ff.
Erze 557 ff.
Erzgänge 558 ff.
Erzlager 571 ff.
Erzstöcke 570 f.
Eucalyptus globulus 584.
Euglena viridis 58.
Euomphalis planorbis 352.
Euphammia 244.
Exosmose 74, 93 f.

Faluns 338.
Farne 100 f., 123, 129. 349.
Faulthier 286 f.
Felis pardoides 297.
„ Smilodon 299.
„ spelaea 298, 455.
Fesian 371.
Fische 254 ff.
Flechten 95 f., 122.
Flötzformation 106.
Flügelfüßler 163 f.
Foraminiferen 230 ff.
Fucus 16, 56 f., 122.
Fußspuren 12 ff., 197 ff., 264 ff.

Gänge 558 ff.
Gallionellen 237.
Gangformationen 562.
Ganoiden 176, 256.
Gasteropoden s. Schnecken.
Gaviale 203.
Gebirge 359.
„ Abfall der, 383.
Gebirgsrichtungen 387.
Generatio aequivoca 78.
Gerölle 315.
Gervillia socialis 345.
Geschiebe 315.
Gesteinschichten, Reihenfolge der, 332 ff.
Gigas 163.
Gletschergeschiebe 317.
Gletschertische 317.
Gliederthiere 174 f.
Glyptodon clavipes 4.
„ hoplophorus (clavipes) 289.
Gobi 397, 399 f.
Goldwäscherei 575 f.
Graphit 112.
Grauwacke 116, 329, 332, 350.
Gravitation 22.
Grobkalk 334.
Grotte von Aurignac 7.
Gryphaea incurva 342.
Gürtelthiere 289 f.
Gufferlinien 317.
Gummibäume 584.

Haarsterne 157.
Halinassa 269.
Halmaturus 271.
Hangendes 116, 330, 348.
Hebung und Senkung des Bodens 449, 454 f.
Hebungen der Erdrinde 422, 427, 431 ff.
Hebungstheorie 397.
Herzmuschel 350.
Heuschreckenkrebs 247.
Hippopotamus dubius 269.
Hochländer 378 ff., 394 ff.
Höhlenbär 303 f.
Höhlenhase 285.
Höhlenhyäne 300 f.
Höhlenlöwe 298 f., 455.
Holothurien 86, 161.
Holzkohle, fossile, 115 f.
Homo diluvii testis 5 f., 258.
Homunculus 76.
Humus 105.
Humussäure 107.
Huronische Formation 332.
Hyalaea orbignyana 246.
Hydra aurantiaca 217.
„ viridis 219.

Ichthyornis 269.
Ichthyosaurus 8 f., 193 ff., 344.
Iguanodon 10, 205 f.
Imperforata 233.
Infusorien 57, 149, 211.
Insekten 248 ff.
Jorullo 45, 120, 436 ff., 477.
Island 470.
Juraformation 332, 334, 341 f.

Kammerschnecken 212.
Kaschmir 400 f.
Kauris 247.
Kephalopoden 164, 168 f.
Kettengebirge 360.
Keupersandstein 138, 333 f., 344.
Kiwi 263.
Klüfte 559.
Kohlen 102 ff.
Kohlensäure 55, 148, 514.
Kometen 30.
Kopffüßler s. Kephalopoden.
Koprolithen 196.
Korallen 152 f., 189 f., 212 ff.
„ Wachsthum der, 224 f.
Korallenbauten 226 ff.
Korallenriffe 226 f.
Korallenstöcke 222 f.
Krabben 175.
Kraken 171 ff.
Krater 457 ff.
Krebse 175, 247 f.
Kreide 235 f., 310 f., 332, 334, 339 f.
Küstenriffe 226.
Küstenvertheilung 388 f.

Labyrinthodonten 14, 181.
Lagomys alpinus 285.
Lagunenriffe 226 f.
Landfischchen 176.
Lateralsecretions-Theorie 566.
Latte di Luna 212.
Laubhölzer 146.
Laurentische Formation 332, 355.
Lava 510, 523.
Lebias cephalotes 257.
Leitmuscheln 336 ff.
Lenticuliten-Kalk 212.
Lepidodendron dichotomum 350.
Leitenkohle 138, 345.
Lias-Formation 332, 344.
Libellen 250.
Liegendes 116, 330, 348.
Lima 550.
Lima striata 345.
Liffabon 543, 547, 550.
Lithorhyten 83.
Llanos 391 f.
Llanura de Bogota 412 f.
Lycopodites piniformis 350.
Lycopodium 123.

Mammuth 2, 275 ff.
Mammuthbäume 584.
Manis gigantea 289.
Manteltbiere 162.
Mastodon 275, 283 f., 336.
Maunaroa 503 f.
Megalodon cucullatus 352.
Megalosaurus 10, 205.
Megasiphonia Ziczac 191.
Megatherium 3, 4, 287 f.
Melosina sulcata 238.
Menschen, fossile, 7, 258, 304.
„ incrustirte, 6.
Messina 538.
Metamorphose der Insekten 248 ff.
Mikroskopische Thiere 57, 149.
Miocänschicht 332 f.
Mississippi 104.
Molassegruppe 332.
Mollusken 161 f.
Mondbildung 28, 32.
Mondmilch 212.
Moneren 81.
Monothalamia 233.
Monte Bolca 255.
„ nuovo 436.
„ Somma 519.
Moose 122.
Moränen 317.
Mosasaurus 204.
Moschusochse 292 f.
Murchisonia bigranulosa 352.
Murmelthier 286.
Muschelkalk 163, 334, 345.
Muscheln 162 f.
Mylodon robustus 3, 287.
Myophonia vulgaris 345.

Nagethiere 285.
Naphtha 142.
Nashorn 273 f.
Natica 338.
Nautilus 167 f.
„ Koninkii 352.
Navicula viridis 238.
Nebelflecke 29 f.
Neocomiengruppe 332, 334, 341.
Neptunismus 322, 560.
Neuropteris 349.
New red sandstone 345.
Nilpferd 273.
Nucleolites 156.
Nucula 337.
Nummuliten 243.
Nummulites laevigata 243.
„ nummularia 243.
„ planulata 243.

Oasen 370 f.
Odontella turgida 238.
Odontopteris 349.
Odontornithes 208.
Ohiothier 283 f.
Onisciden 348.
Ontogenie 180.
Opuntia Ficus indica 146.
Organische Körper 70 ff.
Ornamententhon 343.
Ornithichnites giganteus 264 ff.
Ostracion quadricornis 255.

Paeantides et Gemonides 168.
Palaeoniscus Freislebenii 347.
Paläotherium 271 f.
Palmen 139.
Panzerganoid 176.
Pecopteris 349.
Pentacrinus caput Medusae 160.
Pentagonaster regularis 155.
Permische Formation 182, 332, 334, 346.
Pferd 290 ff.
Pfingstinsel 229.
Pflanzenthiere 83.
Phylogenie 180.
Pic von Teneriffa 464, 474.
Pichincha 363, 482 ff.
Pilze 95.
Pinie 508.
Pinus Cembra 405.
„ succinifera 144.
Pitch lake 143.
Plagiostoma 339.
Plagiostomen s. Quermäuler.
Planetenbildung 24 f.
Planetensystem 18 ff.
Planetoiden 34.
Planulina turgida 235.
Platax altissimus 256.
Plateaugebirge 360.
Platycrinus triaconta dactylus 159.
Platystomus gibbosus 347 f.
Plesiosaurus 193, 201 ff.
Pleurotamaria 338.
Pliocänschicht 332 f., 336.
Plumatella campanulata 216.
Plutonismus 357 f.
Polencystinen 241.
Polypen 152, 244.
Polythalamien 230.
Popocatepetl 477 f.
Porzellanschnecken 247, 337.
Posidonomia 344.
Prionastraea oblonga 189 f.
Productus aculeatus 347.
Protamoeba primitiva 81.
Protisten 82.
Pseudopodien 232.
Pterichtys cornutus 176.
Pterodactylus 9, 11, 204. 207, 343.

Quadersandstein 137, 332, 334, 340, 426.
Quallen 152 f.
Quaternärformation 331 ff.
Quermäuler 177.

Radiaten 154 f.
Radiolarien 82.
Raptili 459, 518.
Raubthiere 297 ff.
Regelmäßige Thiere 152 ff.
Regentropfen, fossile, 266.
Reguatin 501.
Rhinoceros tichorhinus 274.
Rhombus minimus 255.

Riesenhirsch 3, 295 f.
Riesensalamander 259.
Rostillaria macroptera 338.
Rotalia globulosa 235.
„ perforata 235.
Rotation 22 ff.
Rothes todt Liegendes 116, 311.
Rothliegendes 348.
Rundmäuler 177.
Ryntina Stelleri 269.

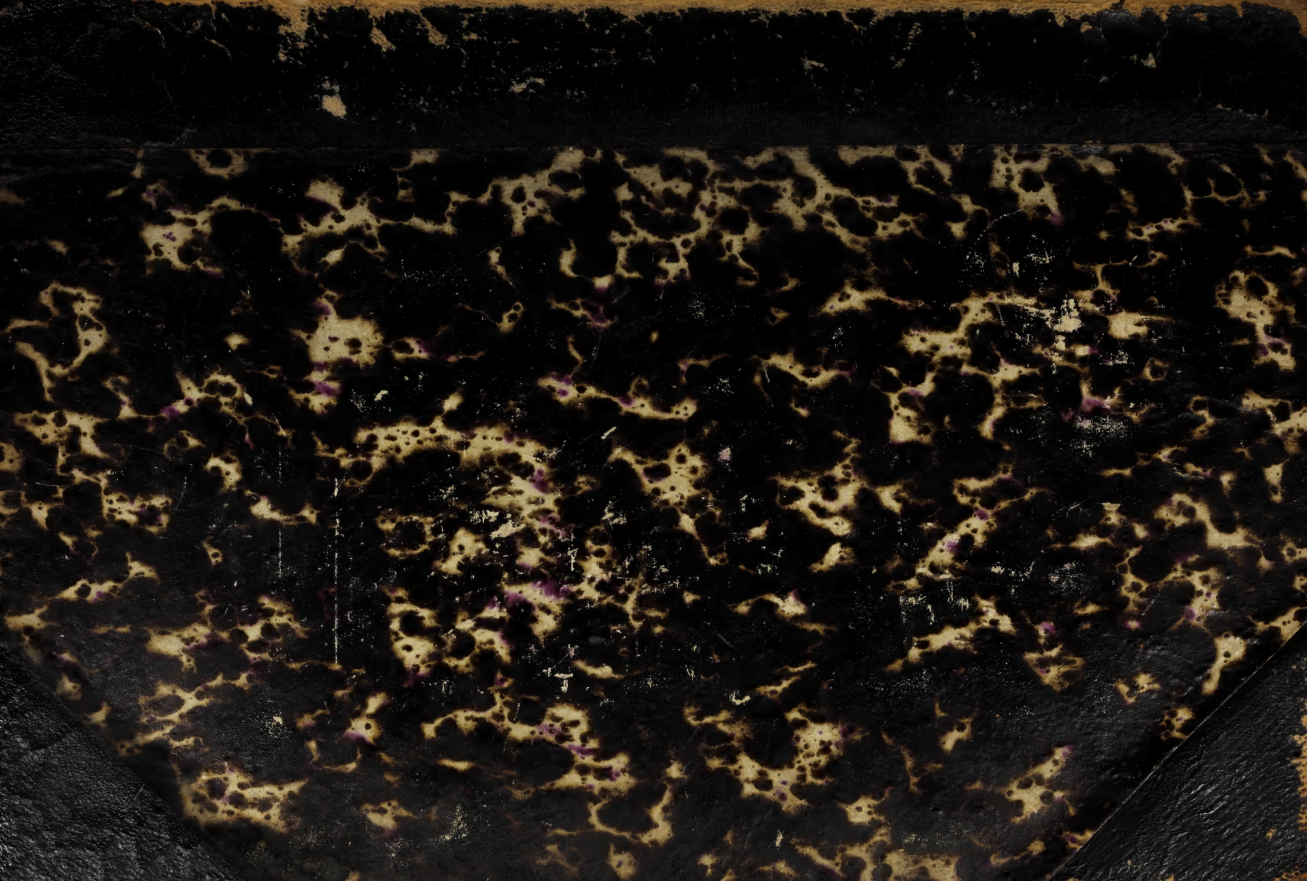
Saalbänder 564.
Sabrina 471.
Sacrocoma pectinata 158.
Sahara 366 ff.
Sandstein 334, 418.
Santorin 431.
Saturn 31 f.
Saumriffe 226.
Schachtelhalm 100, 122.
Schildkröten 8 ff., 207 f.
Schilfsandstein 134.
Schlacken 517.
Schmetterlinge 253.
Schnecken 164, 245.
Schöpfungsperioden 1 ff.
Schuppenthiere 289.
Schwämme 343.
Schwefelsäure 513 f.
Schwefelige Säure 513.
Sciacca 439.
Sedimentgestein 55, 58 ff.
Seebeben 549.
Seegurken s. Holothurien.
Seehund 156.
Seelilien 157 ff.
Seestern 16, 155.
Secundärformation 133 ff., 187 ff., 332, 334.
Semiophorus velicans 257.
Senkholz 104.
Senkungsfelder 451.
Sepia 170 ff.
Serapistempel 448 ff.
Serpularien 467.
Sertularia geniculata 83, 220.
Sigillarien 15, 124 ff.
Silurisches System 332, 335, 352 f., 381.
Siwatherium 274 f., 336.
Spalten 560 ff.
Spaltungen der Erdrinde 441.
Sphagnum 106.
Sphenopteris 349.
Spiralkiemer 162.
Spirigera 352.
Spirigerina reticularis 353.
Spongitenkalk 343.
Staarsteine 132.
Stachelhäuter s. Echinodermata.
Steinkohlen 110 ff.
Steinöl 142.
Steinpflanzen 83.
Steppenland 405.
Stigmarien 125 ff.
Strahlenthiere 154.
Stratification 55.
Stringocephalus Burtini 352.
Stromboli 530 f.
Süßwasserkalk 90, 161.
Symmetrie des Körperbaues 90, 161.
Syncoryne decipiens 217.

Talc farineux 212.
Tang 56.
Tardigrada 3.
Taschenkrebs 247.
Teleosaurus 9, 207.
Teleporton Elginense 178.
Tentakeln 152.
Tequendama 414.
Terebrateln 352.
Terebratula vulgaris 345.
Termiten 250.
Tertiärformation 138 ff., 210 ff., 332 f., 337 f.
Teufelsmauern 526 f.
Textularia aciculata 235.
„ dilatata 235.
„ globulosa 235.
Tibet 402 f.
Tiefländer 62, 364 ff., 377, 389 f.
Tintenfisch 168 ff.
Tomocaris Peircei 176.
Torf 106 ff.
Torfmoos 106.
Travertin 566.
Trias 189 f., 332, 344.
Trichterförmige Löcher 544 f.
Triceratium striolatum 238.
Trigonia 341.
„ costata 342.
Trigono carpen 102.
Trilobiten 174 f., 248.
Trinucleus Pongeradi 175.
Trochus agglutinans 352.
Tropfsteinhöhlen 565.
Turbinolia 244.
Turrilites 339.
„ catenatus 339.
„ costatus 339.
Turritella conoidea 339.

Uebergangsgebirge 116, 332.
Unicornu, fossile, 276.
Unregelmäßige Thiere 151.
Unterirdische Donner 552 f.
Unterschied zwischen Thiere und Pflanzen 85 ff.
Unterseeische Wälder 451 ff.
Urbildung 81.
Urgebirge 328.
Urgestein 314, 328, 357.
Urschiefergebirge 332.
Urstoffe 20, 47 ff.
Ursus spelaeus 303 f.
Urthonschiefer 332, 354.
Urtypus der Pflanzen und Thiere 90 ff.
Urwesen 82.

Verbindung der Urstoffe 47 ff.
Verdichtung des Urstoffs 21.
Veretyllum Cynomorium 217.
Verkieselte Pflanzen 129.
Verkohlungsprozeß 108 ff.
Verwandtschaft der Stoffe 21, 69.
Vesuv 465 ff., 519.
Vieux grès rouge 348.
Vogelfährten 11 f., 264 ff.
Volcano 469 f.
Voluta athleta 338.
Vulkane 446.
Vulkanisten 322, 560.

Wälder-gruppe 312, 332, 334, 341.
Wälderverwandtschaft 67.
Walfisch 584.
Wallriffe 226 f., 229.
Washingtonia gigantea 584.
Wasserschaffheu 140.
Wiederkäuer 292 ff.
Wunderschnecke 86.

Zamia 135.
Zechsteinformation 332, 334, 345 ff.
Zelle 84 ff.
Zellen, künstliche, 77.
Zeuglodon macrospondylus 260, 268.
Zirkon 578.
Zoophyten 83.
Zwergbirsch 296.
Zygoceros Rhombus 238.

Druck von G. Bernstein in Berlin.